This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

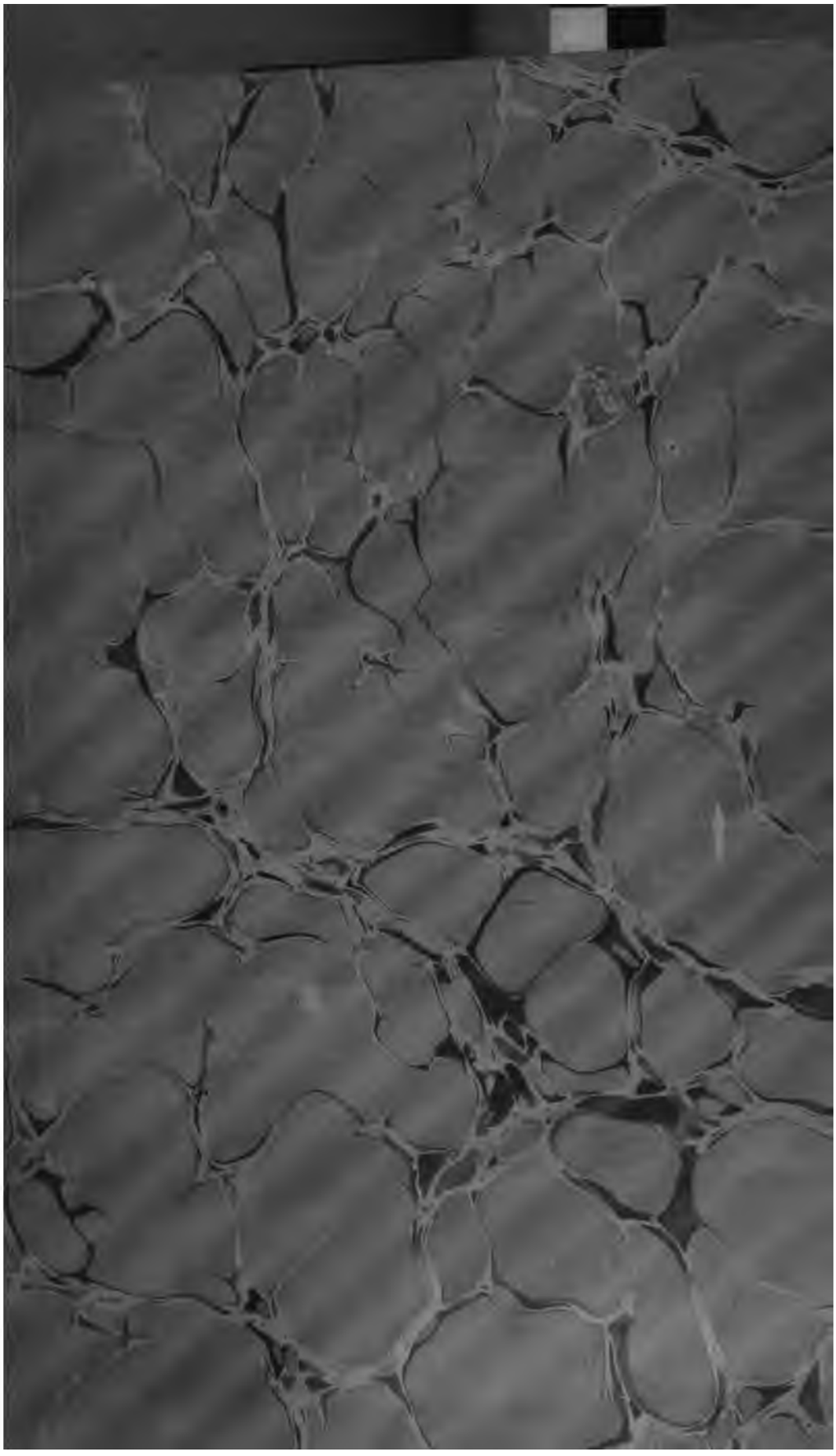
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 1,067,727

ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN



QE
1
.S678
A3

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME PREMIER

1901

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1901

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 7 Janvier 1901

PRÉSIDENCE DE M. A. DE LAPPARENT, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Daniloff, Eugène,** présenté par MM. Dereims et Blayac.

Cinq nouveaux membres sont présentés.

Le Président donne lecture d'une lettre de M. Edmond Pellat, annonçant la mort de M. **Huguenin**, membre de la Société depuis 1875, décédé à Valence-sur-Rhône (Drôme), au mois de septembre dernier.

« Tous les géologues qui ont exploré, depuis une trentaine d'années, la montagne de Crussol, située tout au bord du Rhône, en face de Valence, ont certainement conservé le souvenir de ce confrère modeste et aimable dont le plus grand plaisir était de les conduire et de se charger de fossiles recueillis à leur intention, plutôt que pour enrichir sa propre collection. Bien des Collections publiques en France et à l'Étranger ont reçu de lui des séries de fossiles du Jurassique supérieur de Crussol. C'est à lui que Fontannes a dû la plupart des Ammonites de Crussol décrites et figurées dans ses ouvrages. »

On procède ensuite, conformément aux dispositions du Règlement, à l'élection d'un Président pour l'année 1901.

M. **Léon Carez,** ayant obtenu 129 voix sur 145 votants, est élu Président de la Société en remplacement de M. A. de Lapparent.

238504

Sont ensuite nommés successivement :

Vice-présidents MM. E. Haug, E. Van den Broeck, Dereims et R. Nicklès.
Membres du Conseil : MM. A. de Lapparent, H. Douvillé, A. Boistel, G. Dollfus et J. Blayac.

Avant de lever la séance, M. de Lapparent s'excuse de ne pouvoir assister à la prochaine séance. Il remercie les membres de la Société du bienveillant concours qu'ils lui ont apporté pendant sa présidence.

Par suite de ces élections, le Bureau et le Conseil sont composés, pour 1901, de la façon suivante :

BUREAU

Président :

M. L. Carez.

Vice-présidents :

M. E. Haug. | M. E. Van den Broeck. | M. Dereims. | M. R. Nicklès.

Secrétaires :

Pour la France :	*Pour l'Etranger :*
M. L. Gentil.	M. L. Pervinquière.

Vice-Secrétaires :

M. L. Mémin. | M. J. Giraud.

Trésorier :	*Archiviste :*
M. Léon Janet.	M. G. Ramond.

CONSEIL

MM. Marcel Bertrand.	MM. Emm. de Margerie	MM. A. de Lapparent.
J. Bergeron.	A. Gaudry.	H. Douvillé.
M. Boule.	Munier-Chalmas.	A. Boistel.
J. Blayac.	P. Termier.	Gustave Dollfus.

Dans sa séance du 21 janvier, le Conseil a fixé de la manière suivante, la composition des Commissions pour 1901 :

1° *Commission du Bulletin :* MM. Emm. de Margerie, A. de Lapparent, Marcellin Boule, Gustave Dollfus, J. Blayac

2° *Commission des Mémoires de Géologie :* MM. Marcel Bertrand, Munier-Chalmas, H. Douvillé.

3° *Commission des Mémoires de Paléontologie :* MM. Marcellin Boule, H. Douvillé, Albert Gaudry, E. Haug, Munier-Chalmas, Zeiller.

4° *Commission de Comptabilité :* MM. H. Douvillé, P. Termier, A. Boistel.

5° *Commission des Archives et de la Bibliothèque :* MM. Emm. de Margerie, A. Thévenin, J. Blayac.

Séance du 21 Janvier 1901

PRÉSIDENCE DE M. A. BOISTEL, VICE-PRÉSIDENT SORTANT, PUIS DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. A. **Boistel,** Vice-président sortant, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs, — L'empêchement qui tient aujourd'hui éloigné de nous notre cher Président, et qu'il vous a exposé lui-même lors de notre dernière réunion, m'assure la bonne fortune, en même temps que le périlleux devoir, de saluer à la fois en votre nom le bureau sortant de 1900 et le nouveau bureau de 1901.

« La Société géologique a eu, pendant l'année qui vient de s'écouler, l'insigne honneur de tenir un rang de premier ordre dans le Congrès international de Géologie réuni à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle. Ce sont ses membres qui ont dirigé toutes les excursions auxquelles les congressistes ont été appelés à prendre part dans la France entière. Et vous avez tous apprécié avec quelle autorité et quel généreux dévouement notre éminent Président a traduit vos sentiments intimes, lors de la réception offerte par la Société aux membres du Congrès. Son nom s'est trouvé ainsi associé à celui de l'illustre Président du Congrès lui-même, dont la brillante hospitalité a laissé chez tous le plus durable souvenir.

« Votre activité scientifique n'a nullement été détournée de ses recherches ordinaires, ni par la préparation du Congrès, ni par la rédaction du Livret-guide ou des publications préliminaires faites dans notre Bulletin. Le volume de 1900, malgré l'absence d'une Réunion extraordinaire propre à la Société et malgré le défaut de comptes-rendus d'excursions, se présentera à vous avec des dimensions aussi considérables, sinon plus, que ses devanciers. Ainsi se trouveront calmées les craintes exprimées, il y a deux ans, à cette place même par le Président sortant. Il n'y a pas lieu de redouter un ralentissement dans la fécondité de vos travaux. Les séances que nous avons tenues depuis la fin des vacances écartent même toute appréhension, que le Congrès international n'ait

exercé sur l'ardeur de vos investigations l'effet... sédatif, qui a paru produit par le dernier Congrès de Russie.

« Le zèle de nos infatigables secrétaires est resté à la hauteur de la tâche plus ardue qui leur incombait ; la publication très prochaine des derniers fascicules du Bulletin pour l'année 1900. témoignera hautement du soin et du talent qu'ils ont apporté à l'exécution de leur mandat. Je leur exprime tous vos remerciments, et félicite la Société de conserver encore une année leur précieux concours.

« Je suis heureux de souhaiter la bienvenue aux savants distingués que vous avez appelés au Bureau pour l'année 1901, spécialement à ceux dont une publication magistrale ou le courage héroïque ont tout récemment illustré les noms. Dans le choix de notre Président, vos suffrages ont entendu couronner une carrière déjà longue entièrement consacrée à la science et à l'étude approfondie des problèmes ardus et compliqués que présente l'une des plus belles régions de la France. Vous avez voulu exprimer la haute estime dans laquelle vous tenez les beaux travaux qui ont été le fruit de ces recherches. J'adresse à M. Carez mes plus chaleureux compliments et je l'invite à venir prendre sa place au fauteuil de la présidence. »

M. L. **Carez**, Président de la Société, prend place au bureau :

« Messieurs et chers Confrères,

« Permettez-moi de vous adresser mes plus vifs remercîments de m'avoir appelé, par la presque unanimité de vos suffrages, à l'honneur de présider vos séances pendant l'année qui commence.

« Ce n'est pas cependant sans une certaine appréhension que je prends possession du fauteuil, en me rappelant la manière dont il a été occupé par M. de Lapparent en l'année 1900; je vous demanderai de perdre le souvenir de la brillante présidence qui vient de finir, pour ne pas faire entre 1900 et 1901, une comparaison trop défavorable à cette dernière année.

« Votre indulgence me sera d'autant plus nécessaire que la tâche promet d'être plus difficile ; vous savez tous en effet que les années qui suivent celles où ont eu lieu des expositions universelles et des congrès, sont généralement peu fécondes en travaux originaux ; il tient à vous, Messieurs et chers Confrères, de montrer que les occupations spéciales de l'année qui vient de s'écouler n'ont pas interrompu vos études.

« L'ordre du jour de cette première séance est d'ailleurs bien rempli. C'est d'un bon augure pour l'avenir.

« De plus, j'ai le plaisir de compter parmi ceux qui doivent prendre la parole aujourd'hui notre confrère, M. Molengraaff, géologue de l'État de la République Sud-Africaine, qui a choisi la Société géologique de France pour faire connaître les importants résultats de ses études sur l'Afrique du Sud. Nous le remercions de ne pas avoir douté du sympathique accueil qui lui était réservé parmi nous.

« En terminant, Messieurs, je vous proposerai de voter des remercîments au bureau sortant et en particulier à M. Gentil et à M. Janet, qui ont dirigé avec tant de zèle les services du Secrétariat et de la Trésorerie. Nous serons heureux de pouvoir profiter encore cette année de leur dévouement et de leur expérience ».

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Dallemagne, Henri,** Chef d'exploitation des mines de la Haute Bidassoa, à Irun, présenté par MM. Gentil et Mémin.

Houdant, Pierre-Ferdinand, Licencié ès-sciences, présenté par MM. Gentil et Mémin.

Savornin, Préparateur de géologie à l'École des Sciences d'Alger, présenté par MM. Ficheur et Vasseur.

Miquel, Emmanuel, Commandant du Génie, à Valence (Espagne), présenté par MM. José Landerer et Gustave Dollfus.

Le Commandant **Barré,** Professeur à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, à Fontainebleau, présenté par MM. de Lapparent et de Margerie.

Le Président donne lecture de la lettre suivante de M. **Ernest Van den Broeck**, Vice-président de la Société pour 1901 :

« Monsieur le Président.

« Ai-je besoin de vous dire avec quels sentiments de gratitude et de profonde reconnaissance, j'ai appris, par les soins de M. le Secrétaire, que la Société géologique de France a bien voulu me faire l'insigne honneur de m'élire parmi ses vice-présidents pour l'année 1901.

« Je me sentirais, en conscience, fort indigne d'un tel hommage, si je ne me rendais compte que j'ai à le partager avec le nombreux groupe de mes collègues et amis de la Société belge de Géologie qui sont mes collaborateurs dévoués dans l'œuvre toute spéciale que nous avons entreprise en Belgique, consistant à joindre aux pro-

grès et à la diffusion de la Science géologique, la démonstration, sous des formes multiples, de son précieux rôle utilitaire.

« C'est donc comme un hommage impersonnel et collectif, qu'en ma qualité de Secrétaire général de la Société belge de Géologie, j'accepte avec reconnaissance un titre qui resserrera encore les liens confraternels des géologues des deux pays et qui me crée envers mes confrères de France des devoirs que je m'efforcerai de remplir dans la mesure de mes moyens.

« Veuillez agréer, Monsieur le Président, avec mes respectueuses salutations, l'expression réitérée des sentiments de profonde gratitude qui m'animent envers les membres de la Société géologique de France et que je vous prie de bien vouloir leur transmettre ».

Le Président transmet à la Société les remercîments de M. **René Nicklès,** pour le témoignage de sympathie que lui donnent ses confrères en le choisissant comme vice-président.

M. Carez présente, de la part de l'auteur, deux nouvelles feuilles de la *Carte géologique détaillée de la province de Barcelona*, par M. le chanoine **Jaime Almera** L'une d'elles contient la région tertiaire (région du Rio Foix et de la Llacuna); l'autre est la deuxième édition de la carte des environs de Barcelona.

M. Carez se fait un plaisir d'adresser à notre infatigable et si savant confrère, les remercîments de la Société ; il félicite M. Almera d'avoir pris l'initiative et mené à bien à lui seul une œuvre aussi considérable que le lever d'une carte géologique détaillée de toute une province.

M. Almera envoie également pour la bibliothèque de la Société les brochures suivantes :

1. *Sobre el Mapa geologico de Tarrasa por D. Domingo Palet y Barba, y la Memoria que le accompaña.* — 2. *Sobre el descubrimiento de la fauna de Saint-Cassien en el Trias de nuestra provincia.* — 3. *Sobre las especies* Acerotherium lemanense, Mastodon longirostris, *y un* Elephas *descubiertos en esta provincia de Barcelona.*

M. Peron offre à la Société une note publiée par dom Aurélien Valette, *Sur des radioles d'oursins du Rauracien de l'Yonne.*

M. **Peron** a fait suivre ce mémoire d'une note faisant connaître les conditions toutes particulières du gisement des radioles décrits. Ce n'est pas, en effet, dans les calcaires rauraciens eux-mêmes

qu'on les trouve, mais bien dans des sables argileux et ferrugineux qui remplissent des poches ou cheminées percées par les eaux dans la masse des calcaires coralliens.

Ces dépôts de remplissage ne sont pas tertiaires comme on l'a annoncé, ce sont de simples résidus de décalcification contenant parfois en abondance non seulement des radioles, mais une foule de petits fossiles, toujours rauraciens, et composés surtout d'articles isolés, de parties dissociées d'Echinides, de Crinoïdes, etc., généralement très bien conservés.

M. **Peron**, en offrant à la Société le premier fascicule de ses *Etudes paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne*, explique qu'il a entrepris la publication de ce travail principalement pour donner l'authenticité nécessaire à un grand nombre de fossiles nommés dans leurs Prodromes par d'Orbigny et par Cotteau, mais restés non décrits et non figurés.

Ce premier fascicule ne comprend que les Céphalopodes et les Gastropodes de l'étage néocomien de l'Yonne, dont 116 espèces sont examinées, révisées et pour la plupart décrites à nouveau. Sur ce nombre, 15 avaient été nommées par d'Orbigny ou par Cotteau, mais n'avaient pas été décrites et figurées et 23 sont complètement nouvelles. Enfin 10 espèces, déjà établies, doivent disparaître des catalogues comme faisant double emploi avec d'autres plus anciennement connues.

M. Peron, tout en se proposant de revenir avec détail sur cette question quand il aura terminé la publication de toute la faune néocomienne, croit devoir signaler dès maintenant, à propos des Gastropodes, les grandes affinités de cette faune avec celle du Jurassique supérieur coralligène de l'Yonne et sa différence profonde avec celle des étages crétaciques superposés au Néocomien.

M. Munier-Chalmas présente, de la part de M. **Louis Bureau**, un important travail intitulé : *Notice sur la géologie de la Loire-Inférieure*, formant un volume de 522 pages avec plusieurs planches et de nombreuses coupes, figures et cartes dans le texte. Dans cette monographie très documentée notre savant confrère expose ses recherches personnelles sur les terrains primaires et tertiaires de la Basse-Bretagne. Il serait à désirer que de pareils travaux fussent faits pour toutes nos régions françaises.

M. **Ph. Glangeaud** fait une communication *Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Fumel et Sauveterre (Lot-et-Garonne).*

L'étude de ces dômes fournit des données importantes aux points de vue *géologique, dynamique, paléogéographique et géophysique.* Elle montre qu'ils étaient déjà esquissés au Crétacé inférieur, de même que ceux de Chapdeuil, de Mareuil (Dordogne) et de Jonzac (île d'Oléron), que l'auteur a fait connaître récemment.

Les mouvements du sol qui eurent lieu, dès le Portlandien inférieur, ne chassèrent pas seulement la mer Jurassique vers les Pyrénées, mais donnèrent aussi naissance à un système de plis, de direction nord-ouest, parallèles aux plis hercyniens du Massif Central et de la Bretagne. En certains points de ces plis, s'édifièrent des dômes que l'érosion décapita en partie durant l'Infracrétacé.

La mer cénomanienne recouvrit les derniers de ces dômes, tandis que le dôme de Saint-Cyprien formait une île couverte de végétation au milieu de la mer et que sur ses bords s'étendaient des lagunes saumâtres (lignites avec gypse). Les dômes de Fumel et de Sauveterre étaient rattachés à la terre ferme et le Quercy était émergé en grande partie.

La discordance des dépôts crétacés et du Jurassique atteint par places 45°.

Au Turonien, eut lieu une importante transgression marine. Tous les dômes signalés plus haut furent immergés, jusqu'au Maëstrichtien.

Les refoulements latéraux qui accompagnèrent le soulèvement des Pyrénées, à l'Oligocène, accentuèrent le système de plis nord-ouest et les dômes furent de nouveau érigés en collines dont quelques-unes atteignaient 600 mètres de haut, c'est-à-dire une altitude supérieure à la Bretagne et à une grande partie du Massif central actuels.

L'érosion postoligocène les a de nouveau arasés, car ils ne dépassent pas aujourd'hui l'altitude 300. Au niveau des vallées du Lot et de la Dordogne, cette érosion dépasse 500 mètres. En dehors des considérations qui précèdent, ces dômes, dont le noyau est virgulien et portlandien et les flancs cénomaniens, turoniens et sénoniens, constituent des unités géographiques très spéciales au milieu de l'uniformité de la région crétacée de l'Aquitaine.

GÉOLOGIE

DE LA

RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE

DU

TRANSVAAL

par M. G.-A.-F. MOLENGRAAFF.

(PLANCHES I-II).

Au cours de mes excursions dans le Transvaal en 1898 et en 1899, j'ai recueilli de nombreuses observations sur la géologie de ce pays ; on trouvera le résumé de ces observations dans le présent travail. Les étude préliminaires, indispensables à exécuter, avant de songer au lever géologique systématique de la région, furent le motif de ces tournées géologiques.

Enfin, en 1899, le *Volksraad* de la République Sud-Africaine décida de nommer le personnel nécessaire au fonctionnement du *Service géologique;* on sait comment la malheureuse guerre qui attriste l'Afrique Australe a réduit à néant la réalisation de ce projet.

Les recherches géologiques dans le Transvaal sont considérablement facilitées par la sécheresse et la douceur d'un climat favorisé d'une atmosphère toujours limpide et par la rareté de la végétation. La simplicité de la tectonique, dans ses grands traits, vient encore aider le géologue. Néanmoins, quelques difficultés contrebalancent ces avantages ; c'est ainsi que les roches en place sont cachées à la vue, sur de vastes espaces, par des dépôts superficiels très récents : sables éoliens ou *blown-sand*, tufs calcaires, etc., et que les coupes, soit naturelles, soit artificielles, permettant de vérifier la succession des couches, font le plus souvent défaut. De plus, et c'est peut-être là l'obstacle le plus sérieux, on n'a pas encore trouvé de fossiles déterminables dans les formations sédimentaires du Transvaal, exception faite cependant pour celle dite : *Karroo supérieur*.

On comprendra dès lors, pourquoi la carte géologique, qui accompagne cette communication, doit être considérée comme une

simple *esquisse schématique*, destinée à donner une idée générale de la position et de l'étendue des diverses formations qui constituent le sol de la République.

La planimétrie de cette carte est extraite de celle de F. JEPPE (*Map of the Transvaal, Prétoria 1899*) [1]. L'orographie pour laquelle il n'existe aucune bonne carte, a été établie à l'aide de divers documents; pour quelques districts, entre autres, pour celui de Waterberg, je me suis inspiré des croquis relevés pendant les recherches préliminaires du Service géologique. La partie géologique est basée pour la plus grande part sur mes travaux personnels, cependant, j'ai utilisé les renseignements de MM. D. DRAPER et D. DORFFEL pour les districts de Rustenburg et de Marico et, en outre, j'ai profité des indications données par les différentes publications citées à la fin de cette note, par exemple, de la *carte géologique* de M. HATCH (**22**) [2], pour une partie du Witwatersrand.

En faisant abstraction des formations jurassiques, crétacées et plus récentes, voisines du littoral, les divers terrains de la République Sud-Africaine peuvent être groupés dans les trois grandes divisions suivantes, énumérées de haut en bas :

III. — Système du Karroo;
II. — Système du Cap;
I. — Système primaire Sud-Africain.

Cette classification des assises géologiques de l'Afrique Australe était déjà adoptée, pour la Colonie du Cap, par M. Bain [3], et pour l'Afrique Australe entière par M. Schenck [4]. J'ai moi-même adopté les dénominations de ce dernier auteur.

1. La carte cadastrale de F. Jeppe complètement terminée et même imprimée, n'a jamais été mise en vente. F. Jeppe l'avait dressée dans le service du *Landmeter-Generaal* du Transvaal; il mourut en 1898 avant de l'avoir terminée. Son fils, C.-F.-W. Jeppe, a continué et achevé l'œuvre de son père, mais n'a pu profiter de son travail; il fut tué sur le champ de bataille de Spioenkop le 24 janvier 1900.

2. Les chiffres en caractères gras, placés dans les notes infrapaginales, après les noms d'auteurs, renvoient aux numéros correspondants de la liste bibliographique qui termine cette note

Les nombres placés entre crochets, dans le texte, après les noms de propriétés, sont ceux qui correspondent à ces mêmes propriétés, sur la carte de F. JEPPE; ils sont indispensables pour l'intelligence du texte, un grand nombre de propriétés d'un même district portant des noms identiques.

3. A. Geddes BAIN, **1**, p. 175.

4. A. SCHENCK, **45**.

I. — SYSTÈME PRIMAIRE SUD-AFRICAIN

Le Système primaire Sud-Africain est formé par des terrains stratifiés associés à de nombreux massifs intrusifs de granite. Les granites de ces différents massifs ont une grande ressemblance entre eux et se rapprochent également de ceux de la Colonie du Cap. J'ai réuni leurs divers types sous le nom de *granite ancien*, pour les distinguer de certains granites qui jouent un rôle important dans les régions du centre du Transvaal et qui sont d'un âge beaucoup plus récent.

Granite ancien. — Le granite ancien est généralement un granite à biotite, ou un granite à amphibole et biotite, plus rarement un granite à deux micas et quelquefois un granite à muscovite. L'élément feldspathique est représenté aussi bien par l'orthose que par les plagioclases et le microcline. Les granites à microcline[1] abondent dans les massifs situés entre Prétoria et Johannesburg, et à l'ouest de Klerksdorp.

Le granite ancien et les schistes adjacents sont traversés par de nombreux filons de pegmatite, qui offrent en plusieurs points de très beaux échantillons de pegmatite graphique[2]. Dans le Swazieland, près d'Embabaan, on trouve de la cassitérite[3] dans ces filons de pegmatite, et c'est dans ces mêmes filons qu'ont dû prendre naissance les minéraux, tels que : la monazite, l'æschynite, le corindon que l'on trouve assez fréquemment associés avec le minerai d'étain dans les sables et les graviers des torrents de ce district.

Roches stratifiées. — Les terrains stratifiés peuvent être divisés en deux groupes.

1. Pour la description pétrographique de cette roche voir : G.-A.-F. Molengraaff, **30**, p. 184.

2. A signaler, en particulier, les très belles pegmatites graphiques que l'on rencontre près de la gare de Krokodilpoort, dans le district de Lijdenburg, et sur la propriété Windsor [190], dans le district de Bloemhof.

3. Dans ces filons, les cristaux de cassitérite affectent une forme rare ; ils sont allongés considérablement dans la direction de l'arête (111) : (111), ce qui leur donne un aspect tout à fait *monoclinique*. Voir pour leur description : G.-A.-F. Molengraaff, **32**, p. 143, fig. 8.

L'un de ces groupes est caractérisé par des roches clastiques. Il comprend des phyllades, des quartzites, des conglomérats, des grès, des schistes, des lydiennes, des argilites et très rarement des calcaires. Par contre, l'autre groupe est caractérisé par de vrais schistes cristallophylliens, comme : l'amphibolite, les schistes chloriteux, les schistes à séricite, les talcschistes, les micaschistes, les quartzites schisteux, etc. Les micaschistes sont cependant rares dans ce dernier groupe. Quant à l'amphibole des amphibolites, elle appartient généralement à la variété actinote ; il conviendrait donc de donner à ces roches le nom de *schistes actinotiques*. Plusieurs auteurs, en se basant sur les caractères différentiels de ces deux groupes, ont voulu considérer deux formations distinctes dans le Système primaire Sud-Africain. C'est ainsi que M. Gibson [1] a admis : un groupe inférieur formé de gneiss, de schistes et de granites, et un groupe supérieur, *groupe des schistes et quartzites inférieurs* (*lower quartzite and shale group*). Cohen [2] au contraire considérait le Système primaire Sud-Africain comme une formation unique (*Grundgebirge*) et Schenck [3] était de la même opinion en le nommant : *Süd-Afrikanische-Primärformation*. Je suis en parfait accord avec ces deux derniers auteurs. On peut, en effet, constater que partout les vrais schistes cristallophylliens sont limités au pourtour des massifs de granite.

Tout le Système primaire Sud-Africain représente donc une série unique, dont les roches sont fortement modifiées dans leur structure par le métamorphisme de contact, produit par l'intrusion du granite. Dans la zone de contact, les schistes se sont différenciés à l'infini en donnant de nombreux types caractérisés par la présence d'une grande variété de minéraux de contact, comme la staurotide, l'andalousite, l'ottrélite, le grenat, le corindon, etc. [4].

Cependant, dans les régions où le Système primaire Sud-Africain est bien développé comme dans le district de Barberton et dans le Witwatersrand, il est préférable, pour des raisons d'ailleurs pure-

1. W. Gibson, **18**, p. 420.
2. E. Cohen, dans P.-H. Dahms, **9**, p. 90.
3. A. Schenck, **45**, p. 225.
4. Une série de ces roches métamorphiques réunie par M. E. Cohen, près de Marabastad, dans le district du Zoutpansberg, a été décrite par M. J. Götz, **19**, p. 163 et suivantes.

De très beaux types de ces roches métamorphiques forment les roches auxquelles j'ai donné le nom de *roches porphyroïdes à corindon* et de *schistes à corindon*, roches que l'on trouve dans plusieurs localités autour du massif granitique de Vredefort. Pour leur description, voir : G.-A.-F. Molengraaff, **30**, p. 198.

ment pratiques, de distinguer une série inférieure voisine du granite intrusif, consistant en schistes cristallophylliens, et une série supérieure, formée par des roches d'origine clastique, nommée la *série de Barberton* ou la *série de Hospital-hill* [1].

Gîtes aurifères. — Dans les environs de Barberton on trouve, dans les terrains de ce Système primaire, les mines d'or, dont l'exploitation, à l'époque où les conglomérats fameux du Witwatersrand furent découverts, en 1885 et 1886, atteignait son maximum de développement. Les couches de Barberton sont redressées presque à la verticale et fortement plissées ; l'or s'y trouve largement répandu, sans affectionner un niveau particulier ou s'associer à une roche spéciale.

C'est ainsi qu'on trouve les veines de quartz aurifère tantôt dans les assises de la série de Barberton, ce qui est le cas ordinaire dans le district de Barberton ; tantôt dans des schistes métamorphiques et cristallophylliens, comme dans les mines de Forbes-reef, près de Steynsdorp, à la limite du Swazieland, dans la mine de Three-sisters, au sud-est de Kaap-Muiden, dans la mine de Woodstock, près de Jamestown : plus à l'ouest, sur la même rangée, dans la mine de North Sheba, et tantôt même dans le granite, tout près de sa surface de contact avec les schistes environnants, comme dans la mine de la Cataracte, un peu au sud de la mine de North Sheba.

La position de ces gisements aurifères est en relation intime avec les accidents orogéniques. En effet, souvent on trouve l'or dans des filons-couches de quartz, disposés suivant des plans de glissement (district de Moodies), d'autres fois le quartz aurifère remplit des fentes et des cassures, qui suivent généralement avec plus ou moins d'exactitude la direction et l'inclinaison des strates, d'autres fois encore les veines de quartz aurifère forment des réseaux diversement ramifiés. Ce dernier mode se rencontre dans les points où les dislocations dues aux mouvements orogéniques ont été aussi violentes que compliquées (environs de la célèbre mine de Sheba).

1. Les couches de Hospital-hill, au nord de Johannesburg, sont exactement l'équivalent des couches de Barberton. Cependant beaucoup de géologues n'ont pas admis cette identité, et de cette divergence de vues est résultée la plus regrettable confusion. C'est ainsi que M. Hatch (**23**, p. 77) sépare ses *Hospital-hill series* de ses *Archæan rocks* et leur donne une place à la base de son Système du Cap.

Pour M. Schenck la série de Barberton forme une partie de ses *Swasi-Schichten* et la série de Hospital-hill constitue la partie inférieure de sa *Kap-Formation*.

Dans toutes ces régions, d'ailleurs, les strates encaissantes du quartz aurifère sont plus ou moins imprégnées d'or. De cette disposition des veines aurifères il résulte que dans le district de Barberton on peut distinguer quelques zones aurifères d'une faible largeur, mais d'une longueur très grande. Ces zones ont la même direction que l'axe de redressement ou de plissement des collines, et, par suite, cette direction et l'inclinaison des couches correspondent grosso-modo à la direction et à l'inclinaison des assises de la formation elle-même [1].

Les gisements d'or situés : sur la propriété Klipval [33] (district de Piet-Retief), sur la propriété Wonderfontein [486] (district de Vrijheid), dans le Murchison-range, à Marabastad, à Eersteling (district du Zoutpansberg), aussi bien que la plupart de ceux de la Rhodesia [2] et du Manica portugais [3] sont comparables aux gîtes aurifères du district de Barberton [4]. Dans le Hospital-hill, au nord de Johannesburg, on a trouvé des gisements de quartz aurifère analogues à ceux de Barberton, mais leur teneur en or était trop faible pour qu'ils aient une valeur économique.

L'analogie du développement de certaines assises du Système primaire dans des régions du Transvaal très éloignées l'une de l'autre est fort remarquable. Un groupe de roches très caractéristiques, auquel les mineurs du Witwatersrand ont donné le nom local de *Hospital-hill-slate*, sert de repère, dans tout le pays, pour reconnaître l'existence de la série de Barberton. Ce sont des roches schisteuses et quartzeuses fortement chargées de magnétite, dont le type le plus saillant est une roche rubannée, composée de minces assises alternantes, de quartz blanc, de jaspe rouge et de magnétite noire. Cette roche, trouvée en 1873 par M. Cohen [5], a été décrite par M. Götz [6], qui lui a donné le nom de *Magnetit-Quarzit-Schiefer*. Elle était alors désignée par les mineurs des champs d'or de Marabastad sous le nom de *calico-rock*.

Tectonique et situation stratigraphique. — Les couches du terrain primaire sont presque partout fortement redressées,

1. Pour des détails sur le champ aurifère de Barberton, voir : A. Bordeaux, **2**, p. 274 et suivantes.
2. A.-R. Sawyer. *The goldfields of Mashonaland*, **43**.
3. A.-R. Sawyer. *The Portuguese Manica goldfield. Trans. of the Fed Instit. of Mining Engineers*, June 1900. London, 1901. **44**.
4. A. Bordeaux, **2**, p. 324.
5. E. Cohen, **4**, p. 511.
6. J. Götz, **19**, p. 164.

plissées et disloquées et, par suite, les roches qui les composent sont énergiquement métamorphisées par pression. Ces mouvements de refoulement ont été la résultante de l'action de forces orogéniques qui s'exerçaient en général du sud au nord. Il en résulte que la direction des strates dans les bandes de schistes qui apparaissent fréquemment au milieu du granite ancien, aussi bien que la direction de ces bandes elles-mêmes, est très souvent orientée sensiblement de l'ouest à l'est. Cependant cette règle souffre beaucoup d'exceptions : dans le district de Vrijheid, par exemple, et dans le district de Piet-Retief la direction des assises du Système primaire, comme celle des crêtes des montagnes de la région, est tantôt N.O.-S.E., tantôt N.-S. Quand un massif de granite est entièrement entouré de schistes, on constate que la direction des strates environnantes est en général parfaitement tangentielle à la périphérie du massif. Si l'on suit de l'est à l'ouest la zone de terrain primaire entre le fleuve du Krokodil et le fleuve de Komati, on voit la direction des strates, d'abord est-ouest, se courber au sud, près de Sheba-hill et, tout en entourant le massif de granite de Barberton, redevenir E.-O. sur les flancs nord et sud du massif, dans les collines du Noord-Kaap et dans celles de Moodies ; enfin les schistes disparaissent avec le granite sous les grès de Kantoor, qui appartiennent à la formation du Cap, superposée en discordance aux assises du Système primaire.

Le panorama dont on jouit du sommet de l'escarpement de Duivels-Kantoor, à 1800 mètres d'altitude, est l'un des plus beaux paysages géologiques que l'on puisse rêver. Aux premiers plans, à 400 mètres en contre-bas, on voit le terrain granitique de Barberton qui, de cette hauteur, paraît être une plaine, accidentée en réalité par de nombreuses collines aux formes aiguës, formées par l'affleurement de dykes de diabases traversant le granite. Ce terrain granitique est, du reste, très difficile à parcourir ; il est sillonné par de nombreux et profonds ravinements, auxquels on donne le nom local de *dongas* [1] qui, vus du point élevé où l'observateur est placé, ont l'aspect de troncs d'arbres ramifiés à l'infini. Tout autour de ce terrain granitique, on aperçoit, disposées en demi cercle, les collines aux flancs abrupts et aux arêtes tranchantes de la série de Barberton [2]. On voit le granite et les schistes environnants, le long d'une ligne nord-sud, disparaître sous les terrains du Système

1. Mot emprunté à la langue *Zoulou*.

2. Ces collines se succédant les unes les autres avec une multitude et une diversité de formes extraordinaires, donnent au paysage un caractère alpestre.

du Cap, qui leur est superposé sous une inclinaison d'environ 7° à l'ouest ; l'observateur qui regarde vers l'ouest a donc devant lui un panorama absolument différent de celui de l'est ; à l'ouest, les montagnes prennent des formes tabulaires, formes qu'une érosion longtemps prolongée engendre dans les couches sédimentaires peu inclinées.

Le même phénomène se présente plus net et peut-être encore plus séduisant pour l'œil tout autour du massif granitique de Vredefort (État libre d'Orange). Ce massif, en forme de vaste dôme à courbure peu accentuée, est entouré en demi-cercle par cinq rangées de collines dans lesquelles la direction des strates change dans le même sens en restant toujours sensiblement parallèle à la périphérie du massif de granite. Les deux rangées les plus rapprochées du granite appartiennent à la série de Barberton, puis viennent deux rangées appartenant à la série du Witwatersrand [1], et enfin une rangée de collines plus hautes formées par des diabases amygdaloïdes et des porphyrites diabasiques. Placé au centre du massif granitique, on se croirait dans l'arène d'un vaste amphithéâtre entouré d'un hémicycle de cinq gradins naturels gigantesques.

La disposition des terrains primaires autour du massif granitique, entre Johannesburg et Prétoria, quoique en principe analogue, est rendue très obscure par la complication des phénomènes orogéniques et la superposition des strates de la formation du Cap.

Les mouvements de redressement et de plissement semblent avoir été, en quelques localités, contemporains des intrusions de granite ancien ; néanmoins, dans la grande majorité des cas, ils semblent leur être postérieurs, comme on peut le déduire de la structure nettement gneissique et cataclasique, qui est assez fréquente sur les bords des massifs granitiques. Le granite et les schistes environnants, tous deux altérés par ces actions dynamiques, se confondent souvent et toute trace d'une ligne de démarcation disparaît.

Dans le Witwatersrand il n'y a pas eu, en général, plissement des couches de la série de Hospital-hill et dans la plus grande partie du Rand, par exemple au nord du *marketsquare* de Johannesburg, les couches de Hospital-hill sont représentées par une seule série

1. Les exploitations de conglomérats aurifères dans ces assises sont connues sous le nom de Champs d'or du Vaal. Elles n'ont pas jusqu'à présent répondu à l'attente des exploitants, cependant leur avenir ne me semble pas décourageant.

d'assises consécutives, qui n'est pas doublée par des phénomènes de plissement.

En allant de haut en bas, on peut distinguer les groupes d'assises ci-dessous. Les couches pouvant servir de repères par leurs caractères propres plus persistants sont indiquées par une astérique (*) (voir fig. 1 et fig. 2).

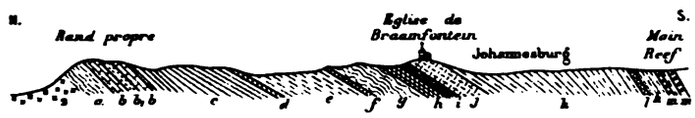


Fig. 1. — Coupe des couches de la série de *Hospital-hill*, dans le Witwatersrand central, à Johannesburg, montrant les principales couches de repère. — Echelle 1/40.000e.

m) Série du *Main-reef*.

**l*) *Red-bar*, grès rougeâtre ; couche de repère très constante près de la série du *Main-reef*. Epaisseur, 1 à 2 mètres.

k) Grès à séricite et grès grossier avec quelques couches minces d'argilite et de conglomérat. Epaisseur moyenne 700 mètres.

**j*) Quartzite vert. Ce quartzite est caractérisé par une couleur verdâtre surtout sur la surface exposée à l'action de l'atmosphère. Epaisseur, 95 mètres.

i) Grès jaunâtre formant un banc mince. Epaisseur, 30 mètres.

h) Argilite rouge. Epaisseur, 60 mètres.

**g*) *Hospital-hill-slate* typique ; cette roche est souvent plissée d'une façon extrêmement curieuse. Epaisseur, 130 mètres.

**f*) Quartzite blanc tacheté. Les taches rouges ou brunâtres sont causées par la précipitation d'un hydroxyde de fer dans de petits vides laissés par des fragments de feldspaths kaolinisés et enlevés partiellement. Epaisseur, 1 à 3 mètres.

e) Argilite ferrugineuse rouge ou brunâtre, *red-shale*, offrant un clivage assez net parallèle ou un peu oblique au plan de stratification. Cette argilite est rendue un peu luisante par la présence de très petits feuillets de mica muscovite. Epaisseur, 225 mètres.

**d*) Quartzites à *ripple-marks* : ce sont des quartzites blancs ou rougeâtres. Dans la partie centrale du Witwatersrand cette bande de quartzites est très facilement reconnaissable, en ce qu'elle forme un petit escarpement unilatéral, au pied duquel s'étend souvent un terrain marécageux. Epaisseur moyenne 20 mètres.

c) Complexe d'argilites rouges foncées ferrugineuses, connu sous le nom de *black-shales*, parce que leur couleur devient rapidement noire lorsqu'elles sont exposées à l'action de l'air. Epaisseur 330 mètres.

**b*) Quartzite du *Rand-proper*. Cette roche a subi un dynamométamorphisme intense. Ce massif quartzitique se sépare généralement en deux bancs de quartzite blanc très épais, entre lesquels est intercalée une argilite à séricite satinée b_1 qui est souvent un peu quartzeuse et très nettement ondulée. Cette argilite renferme dans quelques localités des veinules irrégulières de quartz à pyrite, qui ont quelquefois attiré l'attention des prospecteurs. Epaisseur moyenne, 160 mètres.

a) Schistes du versant nord du *Rand-proper* ; ce sont des schistes à séricite ou des schistes à actinote.

Ces schistes font souvent défaut et dans ce cas le quartzite du Rand proper repose directement sur le granite.

2. Granite ancien.

Malgré la simplicité stratigraphique relative de la série de Hospital-hill la pression orogénique exercée du sud au nord a été très énergique contre le massif de granite qui a joué ici le rôle de butoir. Il en est résulté de nombreuses dislocations, des failles,

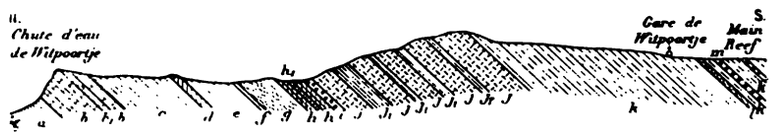


Fig. 2. — Coupe des couches de la série de Hospital-Hill, dans le Witwatersrand occidental. — Echelle 1/40.000.

m) Série du *Main Reef* ;
**l*) *Red Bar* ;
k) Grès à séricite, schistes et minces assises de conglomérat aurifère (*Bankets*) ;
**j*) Quartzite verdâtre ;
j_1) Schistes et grès intercalés entre les bancs de quartzite verdâtre :
i) Schistes et diabases ;
h) Argilite rouge ;
h_1) Argilite rouge très ferrugineuse :
**g*) Couches de *Hospital-Hill* ;
**f*) Quartzite blanc tacheté ;
e) Argilite rouge luisante ou *red-shale* ;
**d*) Quartzite à *ripple-marks* ;
c) Argilite rouge foncée ou *black-shale* ;
**b*) Quartzite *dynamométamorphisé* ;
b_1) Argilite à séricite satinée et froissée (*crumpled*) ;
a) Schistes à séricite et à actinote ;
2. Granite ancien.

des glissements et souvent même une structure en écailles. C'est ainsi que la grande majorité des failles, qu'on a rencontrées au cours de l'exploitation des mines d'or du Witwatersrand, ont le caractère des failles inverses de rejet (*thrust-faults*). Les accidents qui ont produit la structure anormale, qui n'est d'ailleurs pas encore entièrement expliquée, de la série de Hospital-hill à l'est de Johannesburg sont, en principe, des phénomènes de glissement le long de plans [1] qui traversaient sous un angle très

1. C'est certainement une bien grande erreur d'expliquer, comme M. Gibson l'a fait, cette répétition locale des couches du Witwatersrand par des plis

obtus les plans de stratification des couches. Le résultat a été un dédoublement local, ou plutôt une répétition locale d'une partie des couches de Hospital-hill. A Jeppe's-hill, et de là jusqu'à Rietfontein, ce phénomène s'est trouvé compliqué, à l'excès, par le plissement d'une nappe appartenant à des couches tout à fait supérieures de la série aurifère, couches que l'on trouve maintenant, dans un lambeau limité par deux grandes failles, séparées du grand ensemble de la série aurifère du Witwatersrand par plusieurs assises appartenant à la série de Hospital-hill.

Plus à l'ouest, dans la partie dite normale du Witwatersrand, on trouve les mêmes glissements, mais les plans de glissement étant en concordance parfaite avec les plans de stratification, ces accidents n'ont pas changé la succession normale des strates. Seulement on trouve la preuve des mouvements occasionnés par les énormes pressions subies, dans les *miroirs* fréquents et dans le plissement intime des diverses assises elles-mêmes.

Conglomérats aurifères du Witwatersrand. — Une série de terrains [1], appartenant à la partie supérieure du Système primaire, a acquis une célébrité et une importance extraordinaires, parce qu'elle comprend les fameux *bankets*, elle est constituée par les conglomérats aurifères du Witwatersrand. Cette série est composée de grès, d'argilites et de conglomérats. Les grès sont ou tendres et alors généralement rougeâtres, comme le *red-bar*, ou plus durs et passant aux quartzites. Les argilites sont plus ou moins ferrugineuses et généralement offrent diverses formes de passage, du type franchement schisteux aux grès. Toutes les roches de cette série, les conglomérats aussi bien que les grès et les argilites, sont caractérisées par une teneur en séricite telle, qu'elles ont une apparence plus ou moins schisteuse. Cette série du Witwatersrand possède une grande épaisseur, évaluée par M. de Launay [2] à environ 7500 mètres.

renversés et couchés. Dans aucune partie du Witwatersrand je n'ai trouvé des successions inverses de strates comme celles que cet auteur a figurées dans ses coupes (par exemple fig. 6) et cette erreur provient de ce qu'il a confondu les quartzites verts (fig. 1, *j*) avec les quartzites du *Rand-proper* (fig. 1, *b*) et la *Hospital-hill-slate* typique (fig. 1, *g*) avec les argilites ferrugineuses (fig. 1, *c*). Dans la plus grande partie du Rand la succession des strates est normale et on n'y trouve ni répétition, ni succession inverse des couches, comme M. Gibson l'a indiqué dans sa coupe schématique, **18**, pl. X, fig. 1.

1. Je crois inutile de donner une description détaillée du terrain aurifère du Witwatersrand, car il existe, sur ce sujet, de nombreux mémoires bien connus. Je me bornerai à renvoyer le lecteur aux ouvrages de MM. de Launay, Hatch et Chalmers, et Truscott.

2. de Launay, **27**.

On trouve l'or répandu surtout dans les conglomérats et beaucoup moins dans les quartzites. Les galets des conglomérats semblent être dépourvus d'or et au point de vue pratique on peut dire que l'or est restreint au ciment pyriteux du conglomérat ou *banket*.

De haut en bas on peut distinguer dans la partie centrale du Witwatersrand quatre bandes de conglomérats aurifères :

4. La série d'*Elsburg* ;
3. La série du *Kimberley-reef* ;
2. La série du *Bird-reef* ;
1. La série du *Main-reef*.

La série du Main-reef est la seule qui ait une grande importance économique : toutes les mines d'or du Witwatersrand se trouvent dans cette série [1]. Ces différentes séries ont des caractères assez bien définis et possèdent des couches assez caractéristiques pour servir de repères utiles dans les forages profonds qu'on a fait au sud de la ligne d'affleurement du Main-reef, dans le but de se convaincre de la persistance de cette série de *bankets* riches pour l'exploitation des *deep-levels*. Cependant à l'est et à l'ouest, principalement au-delà des grandes failles de Boksburg, à l'est, et de Witpoortje, à l'ouest, la succession des strates aurifères, qui est typique pour la partie centrale près de Johannesburg, se modifie graduellement. La série d'Elsburg est très différente des autres : au lieu d'être formée par un nombre restreint de bancs de conglomérats à petits galets de quartz bien définis, elle consiste en un grand nombre de lits de conglomérats se confondant plus ou moins les uns avec les autres. Les galets y sont beaucoup plus volumineux [2] que dans les autres *reefs* et une forte proportion de la roche, considérée dans sa totalité, n'est pas du quartz, mais est dérivée de roches diverses, surtout de quartzites.

Au Witwatersrand on a généralement, et avec juste raison, pris comme point de départ, dans les recherches des affleurements du Main-reef, les couches de la Hospital-hill-slate, parce qu'elles ne sont presque jamais cachées à la vue et sont très faciles à caractériser. Cependant on a souvent commis des erreurs, en ne tenant

1. Il s'en suit que je regarde le *Botha's-reef* et le *Battery-reef*, à l'ouest de la faille de Witpoortje, le *Kleinfontein-reef* et le *Van Ryn's-reef*, à l'est de la faille de Bocksburg, comme les équivalents de la série du Main-reef dans la partie centrale du Rand.

2. Dans les autres *reefs*, par exemple dans le Main-reef, les galets volumineux ne font pas entièrement défaut, mais ils y sont rares. C'est ainsi que j'ai reçu, grâce à l'obligeance de M. Walker, inspecteur des mines, quelques galets de 25 centimètres de diamètre, provenant de la mine de Langlaagte dans le Main-reef.

pas suffisamment compte de ce fait, que la distance horizontale entre les deux lignes d'affleurement de la Hospital-hill-slate et du Main-reef doit varier en même temps que l'inclinaison des strates intercalées et aussi suivant que l'épaisseur de ces strates augmente ou diminue. En comparant les figures 1 et 2, on voit de suite que, dans le Rand occidental, la distance entre ces deux lignes d'affleurement doit être beaucoup plus grande que dans le Rand central, car les couches du quartzite vert ont un développement plus considérable dans les environs de Krugersdorp que dans le voisinage de Johannesburg.

La série du Witwatersrand affleure aussi avec des caractères très analogues à celles qu'elle présente au Witwatersrand :

1° Dans les environs de Heidelberg où elle a une direction E.-O. ou N. E.-S. O. et une inclinaison au N. ou au N.-O. : ce sont les *mines de Heidelberg ;*

2° Tout autour du massif de granite de Vredefort, en formant un demi-cercle ; les couches sont redressées verticalement ou même *renversées*, avec inclinaison vers le granite ; ce sont les *mines d'or du Vaal* (Pl. II, coupe 1) ;

3° Dans les environs de Klerksdorp et de Rietkuil ; ce sont les *mines d'or de Klerksdorp*. Ici la direction des strates est en moyenne N.-S. avec des inclinaisons variables.

Dans toutes ces localités on a trouvé des conglomérats aurifères, dont les meilleurs et les plus riches sont regardés, avec plus ou moins de justesse, comme les équivalents de la série du Main-reef dans le Witwatersrand.

Si l'on examine sur la carte la direction et l'inclinaison des strates de cette série dans les diverses contrées que nous venons d'indiquer, et si l'on tient compte de ce fait que l'inclinaison des assises diminue en général à une certaine distance de la ligne d'affleurement et atteint finalement à peu près pour la série du Witwatersrand, considérée dans son ensemble, une valeur moyenne de 25 à 30 degrés, constatée au sud à des profondeurs de plus de 500 mètres, on voit avec évidence que la série du Witwatersrand, dans le sud du Transvaal, forme une cuvette courbée [1] ; c'est là le *bassin du Witwatersrand*. On a pu suivre les limites de cette cuvette au-delà des lignes d'affleurement, grâce à des sondages, forés dans les terrains qui lui sont superposés. C'est ainsi qu'on a pu constater son existence sous la série de la dolomie et sous celle du Black-reef, appartenant toutes les deux au Système du Cap ; on l'a

1. G.-A.-F. MOLENGRAAFF, **30**, p. 177.

retrouvée également sous les couches du Système du Karroo, et même sous les Systèmes du Cap et du Karroo superposés, comme à l'est de Boksburg (district de Heidelberg).

La stratigraphie des terrains aurifères du Witwatersrand étant assez compliquée et encore peu connue, il n'est pas étonnant de voir quelques auteurs faire de cette série une formation distincte, en discordance sur la série de Hospital-hill. Mes recherches n'ont pas confirmé cette opinion. Les couches aurifères du Witwatersrand paraissent être partout en concordance avec celles de la série de Hospital-hill et, du reste, les études faites dans diverses régions du Transvaal ont démontré que les couches aurifères de la région de Johannesburg devaient être regardées comme intimement liées aux autres divisions du Système primaire Sud-Africain, dont elles formaient, localement en ce point, la

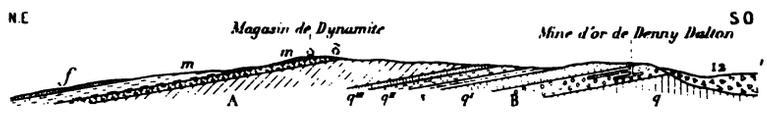


Fig. 3. — Coupe passant par la mine d'or de Denny-Dalton (district de Vrijheid), montrant des conglomérats aurifères (*Bankets*) identiques à ceux du Witwatersrand, intercalés entre les couches de la série de Barberton (série de Hospital-hill). — Echelle 1/15.000e.

12, Conglomérat de Dwyka ; f, Schistes ferrugineux, épaisseur 3m1 ; m, Schistes et schistes ardoisiers à muscovite, ép. 18,8 ; d, Diabase, ép. 9,4 ; A, Argilites, ép. 62,8 ; q''', Quartzites, ép. 6,3 ; q'', Couches de Hospital-hill et jaspes, ép. 15,7 ; s, Schistes satinés, ép. 12,50 ; q', Quartzites, ép. 18,10 ; B, *Banket* et quartzite, ép. 31,4 ; q, Schistes et quartzites.

partie supérieure. En outre, j'ai trouvé dans le district de Vrijheid [1], sur les propriétés Rondspring [137], Dipka [590] et Mahlone [524] et sur la propriété de la Compagnie de Denny-Dalton, de véritables *bankets* ou conglomérats aurifères et d'autres dépôts qu'on ne pourrait distinguer de ceux de la série du Witwatersrand (voir fig. 3) ; ces *bankets* et ces dépôts étaient intercalés en concordance entre des couches appartenant à la série de Barberton et avaient absolument l'aspect des roches de la série de Hospital-hill, près de Johannesburg. Cependant il faut reconnaître que l'on a rencontré dans les conglomérats, dits d'Elsburg, à la partie supérieure de la série du Witwatersrand, des galets d'une roche que l'on retrouve dans la série de Hospital-hill, ce qui tendrait à prouver que ces der-

1. G.-A.-F. Molengraaff, **34**, p. 37.

niers conglomérats avaient déjà été exposés aux agents de l'érosion et de la dénudation quand se déposèrent les couches d'Elsburg.

Il est donc évident que la totalité des assises, de la base de la série de Hospital-hill aux schistes d'Elsburg, quoique disposée en concordance apparente, ne peut représenter une série absolument ininterrompue. Il doit exister, tout au moins localement, une discordance entre la série du Witwatersrand entière ou seulement sa partie supérieure et celle de Hospital-hill.

Roches amygdaloïdes du Witwatersrand. — La série du Witwatersrand, que nous regarderons donc comme produite par un fort développement local de la partie supérieure du Système primaire Sud-Africain dans le Sud et le Sud-Ouest du Transvaal, est recouverte par des masses énormes de roches diabasiques d'épanchement. Elles couvrent une très grande étendue, car on les trouve reposant sur la série des grès et des conglomérats aurifères, dans le Klipriviersberg au sud de Johannesburg, dans les environs de Heidelberg, dans la zone aurifère autour du massif de granite de Vredefort et dans les environs de Klerksdorp. Dans le Klipriviersberg, où l'épaisseur de cette série éruptive dépasse 800 mètres, on constate qu'elle est formée par des diabases amygdaloïdes, qui reposent sur les couches d'Elsburg; au-dessus viennent des porphyrites diabasiques auxquelles sont superposées, de nouveau, des diabases amygdaloïdes. Cette même succession se retrouve dans la série éruptive qui entoure le massif de Vredefort. Dans le sud-ouest du Transvaal, où les couches du Système primaire Sud-Africain sont presque horizontales, ces diabases amygdaloïdes occupent une très grande étendue [1]. On y trouve des porphyrites quartzifères intercalées entre les roches amygdaloïdes diabasiques et mélaphyriques, ce qui prouve que la région a été soumise alternativement à des éruptions de roches basiques et à des éruptions de roches plus acides. Ces porphyrites quartzifères [2] sont de très belles roches, qui avaient déjà attiré l'attention des premiers explorateurs comme MM. Hübner [3] et Cohen. Elles offrent une grande résistance aux agents de dénudation et forment par conséquent des terrains plus élevés, des groupes de collines où elles affleurent, comme dans les Makwassiebergen (district de Wolma-

1. M. E. Cohen, en 1873, avait déjà fait observer avec raison que ces diabases amygdaloïdes du Vaal étaient plus anciennes que les diabases du Système du Karroo. Voir : E. Cohen, **7**, p. 210.

2. Voir pour leur description pétrographique : P. Dahms, **9**, p. 108, et G.-A.-F. Molengraaff, **30**, p. 213.

3. A. Hübner, **25**, p. 82.

ransstad), et dans les collines près de Klerksdorp, le long du Schoonspruit.

En outre, on trouve développé, dans le Système primaire de ce district, une série importante de tufs diabasiques silicifiés et de schistes cornéens qu'on n'a jamais rencontrés ailleurs. Ces schistes siliceux ont un aspect à peu près semblable aux lits de silex, qui sont très fréquents dans la série des dolomies du Système du Cap [1].

On ne peut assurer que les roches amygdaloïdes du Witwatersrand forment avec les couches du Witwatersrand sous-jacentes une série absolument ininterrompue ; seulement des observations précises ont démontré que, sans aucun doute possible, les éruptions de ces diabases amygdaloïdes ont eu lieu après la formation de toutes les couches aurifères de la série du Witwatersrand et qu'elles sont antérieures à la période dans laquelle les couches de la série du Black-reef se sont formées.

Gîtes métallifères divers. — En dehors de l'or, dont les gisements principaux viennent d'être mentionnés, on trouve encore quelques autres minerais dans le Système primaire et la nature de leurs gisements se rapproche beaucoup de celle des gîtes aurifères ; on les trouve généralement dans des veines qui ont la même direction et le même pendage que les strates encaissantes.

C'est ainsi qu'on a trouvé le cinabre dans un schiste à séricite de la vallée du Lomati, l'antimonite dans des amphibolites près de Forbes-reef dans le Swazieland, près de Komati au nord de Steynsdorp, et dans la mine de Gravelotte non loin de Leijdsdorp, où l'or natif est associé à de l'antimonite. De la crocoïse bien cristallisée se trouve dans une veine de contact associée à un dyke de diabase qui traverse les schistes à staurotide près de Darkton, dans le Swazieland.

Des gisements intéressants de minerais de cuivre ont été découverts récemment dans une amphibolite [2], qui forme des bandes étroites dans le granite, sur la propriété Goudhoek [498] dans le sud du district de Vrijheid. Du reste, les mines de quartz aurifère sont souvent relativement riches en minerais de fer et de cuivre comme par exemple sur la propriété Doornhoek [340] (district

1. En 1890, cette similitude m'a induit en erreur, lorsque j'ai cru retrouver la formation de la dolomie dans les falaises des environs de Hartebeesfontein (district de Potchefstrom) qui sont constituées par ces schistes siliceux. Voir : **30**, p. 261.

2. Il est bien possible que cette amphibolite ne soit autre chose qu'une diabase fortement altérée et ouralitisée.

de Vrijheid), dans les mines d'or de Noord Kaap au nord du massif granitique de Barberton et dans la mine de Sheba Queen, près de Steynsdorp, où est exploité un gîte filonien qui n'est pas encore bien étudié, mais qui semble être un vrai filon de fracture.

Roches éruptives. — Le terrain primaire et le granite ancien sont recoupés par de nombreux dykes de roches éruptives, pour la plupart des diabases. Dans les terrains stratifiés on trouve souvent des bancs de diabase, souvent d'une grande épaisseur, intercalés en discordance entre les strates de ces terrains.

Affleurements et age. — Le terrain primaire affleure dans tout le *Lage-veld* ou *pays bas*, c'est-à-dire dans une zone de terrain moins ou peu élevé, qui s'étend entre le *Hooge veld*, *le haut plateau du Transvaal*, et la frontière de l'est, sauf toutefois une bande de 16 kilomètres de largeur moyenne, le long de cette frontière, bande composée de terrains appartenant au Système du Karroo supérieur et situés du côté oriental de la *grande faille de l'est* (Pl. II, coupe 2).

Dans le district de Vrijheid, le Système primaire est en partie recouvert par des dépôts du Système du Karroo. Dans le district du Zoutpansberg il occupe de vastes étendues, mais la géologie de ce district est encore très peu connue. Il en est de même pour les districts de Wolmaransstad et de Bloemhof, au sud-ouest du Transvaal, où le Système primaire affleure largement, mais est caché à la vue, en bien des points, par des dépôts du Karroo inférieur et par des sédiments superficiels plus récents. Dans toute la partie centrale du Transvaal le Système du Cap est superposé en discordance au Système primaire et ce dernier affleure, seulement là où le premier est entièrement dénudé, dans le grand massif où sont exploitées les mines d'or de Johannesburg, dans les environs de Heidelberg, au sud-ouest de Krugersdorp et dans le beau massif de Vredefort (Pl. II, coupe 1).

L'âge du Système primaire Sud-Africain dans le Transvaal est inconnu. Cependant dans la Colonie du Cap une formation, sans aucun doute dévonienne, est superposée en discordance aux couches de Malmesbury et aux massifs de granite intrusif qui traversent ces mêmes couches. Or, la série de Malmesbury appartient au Système primaire Sud-Africain, ce dernier doit donc être prédévonien, c'est-à-dire silurien ou précambrien.

II. — SYSTÈME DU CAP

Les cinq divisions suivantes, énumérées de haut en bas, forment le Système du Cap :

5. Série du grès du Waterberg :
4. Série plutonique du *Boschveld* ;
3. Série de Prétoria ;
2. Série des dolomies ;
1. Série du *Black-reef*.

Dans une très grande partie de l'Afrique australe on trouve disposée en discordance au-dessus du Système primaire une succession très épaisse de couches, que l'on peut diviser en trois étages bien nets. Dans la Colonie du Cap ce sont :

3. Couches des Wittebergen ;
2. Couches du Bokkeveld ;
1. Grès de la Montagne de la Table.

Dans le Transvaal ce sont :

3. Série de Prétoria ;
2. Série des dolomies ;
1. Série du *Black-reef*.

Les couches du Bokkeveld sont les seules assises antérieures à celles du Karroo, dans lesquelles on ait trouvé des fossiles (organismes marins appartenant au Dévonien inférieur).

Les recherches des Services géologiques de la Colonie du Cap et de la République Sud-Africaine dans ces dernières années ont permis de conclure que ces trois étages s'équivalent dans les deux pays. Par suite, la grande transgression, qui vint déposer les grès de la Montagne de la Table en discordance sur les schistes de Malmesbury, est bien la même que celle qui fit se former les couches de la série du Black-reef en discordance sur le Système primaire du Transvaal. Néanmoins on est encore loin de pouvoir établir un parallélisme parfait entre les subdivisions du Système du Cap dans la Colonie du Cap et celles de ce même Système dans le Transvaal. Au Transvaal, aucun fossile déterminable n'a été encore trouvé dans ces formations et les analogies pétrographiques ne constituent pas un appui suffisant pour synchroniser exactement ces couches.

Certes il existe une ressemblance frappante entre le grès de la Montagne de la Table, dans la Colonie du Cap, et celui de la série du Black-reef, dans la partie orientale du Transvaal; mais si l'on

compare les autres étages, les couches du Bokkeveld et des Wittebergen d'un côté et les couches des dolomies et de Prétoria de l'autre, on constate que presque toute analogie pétrographique fait défaut. Une solution ne tardera pas à intervenir, tandis qu'augmentent, dans l'Afrique australe, les progrès de la géologie.

I. — Série du Black-reef

La série du Black-reef est formée par des quartzites foncés, des arkoses, des grès, des schistes ardoisiers, des grauwackes et des conglomérats aurifères. Son épaisseur est très variable. Au nord, dans les montagnes de Makapan et de Chunie, elle peut être évaluée à 500 mètres, et à Lijdenburg elle atteint 300 mètres en moyenne; vers le sud son épaisseur descend à environ 60 mètres à Duivelskantoor. Au sud de Prétoria, dans le Witwatersrand et à Klerksdorp elle ne dépasse pas 40 mètres, et autour du massif de Vredefort son développement est très faible.

Les strates du Black-reef ont été désignées par des noms différents suivant les diverses régions où elles étaient développées, parce qu'on a ignoré assez longtemps que ces divers groupes s'équivalaient les uns les autres.

En 1898 j'ai étendu le nom de *Série du Black-reef* à toutes ces couches, identiques dans tout le pays [1]. Jusqu'alors on appliquait en général ce nom, seulement à la partie de cette formation développée dans le bassin du Witwatersrand, au sud de Johannesburg. A Klerksdorp on la désignait sous le nom de *Série du Boschrand*, au nord du Witwatersrand elle formait la *Série de Kromdraai*, tandis que dans la partie orientale de l'État on la nommait *grès de Kantoor* et *grès du Drakensberg* [2].

Stratigraphie. — La ligne d'affleurement des grès du Black-reef, quoique souvent assez sinueuse, est généralement très facile à suivre sur le terrain, parce que ces roches forment un escarpement peu élevé et légèrement boisé, contrastant avec les plaines, presque partout dépourvues d'arbres. Les nombreuses failles transversales qui recoupent cet escarpement, sont décelées par des dénivellations et des fractures correspondantes. Sur le versant nord du massif de granite, entre Johannesburg et Prétoria, où le terrain a une pente générale vers le nord, l'affleurement des grès du Black-reef, qui reposent sur ce granite, forme un mur naturel que les

1. Voir G.-A.-F. Molengraaff, **32**, p. 124.
2. J.-G. Bousquet, **3**.

habitants du pays ont utilisé pour la construction de réservoirs d'eau, en choisissant les fentes naturelles qui l'interrompent, résultat de diaclases ou de failles, pour établir les écluses leur permettant de dispenser ainsi méthodiquement, les eaux nécessaires à l'irrigation des terres.

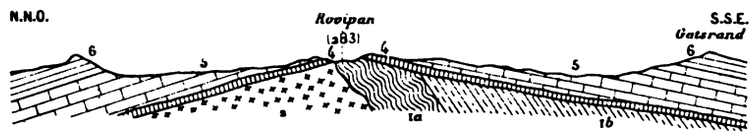


Fig 4. — Coupe schématique du bord du bassin du Witwatersrand à Wonderfontein, au sud-ouest de Krugersdorp (d'après D. Draper, *Trans. Geol. Soc. South. Africa*, II, part IV, 1897).

6, Série de Prétoria ou du Magaliesberg; 5, Série des dolomies; 4, Série du *Black-reef;* 2, Granite ancien; 1b, Grès et conglomérats du Witwatersrand; 1a, Couches de Barberton ou de Hospital-Hill.

La série du Black-reef, s'étant déposée en discordance sur le Système primaire, repose, suivant les points considérés, sur des roches très différentes les unes des autres, quoiqu'appartenant à ce Système. C'est ainsi qu'on trouve le Black-reef au sud du Klipriviersberg reposant sur les diabases amygdaloïdes du Witwatersrand; à Klerksdorp, il est contigu à des assises différentes appartenant à cette même série, alors que, dans les environs de Krugersdorp, il est superposé aux étages aurifères de la région. Au nord-ouest de Krugersdorp, on voit la série du Black-reef reposer sur la série de Hospital-hill, les strates des deux systèmes étant dans des directions perpendiculaires l'une à l'autre. Plus au nord dans les mines de Kromdraai, le Black-reef est supporté en discordance par des conglomérats schisteux, qui constituent dans cette partie du Système primaire un faciès encore peu étudié. Encore plus loin, au sud de Prétoria, on voit la série du Black-reef reposer directement sur le granite. Dans l'escarpement oriental du haut plateau du Transvaal aussi bien que dans les montagnes de Makapan et de Chunie, on trouve tantôt le granite, tantôt des schistes cristallophylliens ou des schistes de la série de Barberton en discordance évidente au-dessous de la série du Black-reef (voir fig. 10 et pl. II).

Gîtes aurifères. — Tout à fait à la base ou près de la base de cette série existent un ou plusieurs bancs de conglomérats plus ou moins aurifères. Le terme *Black-reef* a été employé pour

la première fois par les mineurs du Rand pour désigner ce conglomérat aurifère, qui se trouvait être à son affleurement d'une couleur plus foncée que les autres conglomérats déjà rencontrés au dessous des diabases amygdaloïdes du Klipriviersberg. Plus tard on a constaté que ce conglomérat se trouve presque constamment à la base de la même série, mais qu'il n'est pas toujours aurifère. Sa caractéristique est de renfermer des galets d'un plus grand nombre de roches différentes que les conglomérats aurifères de la série du Witwatersrand. Le Black-reef a été exploité au sud du Klipriviersberg, dans le Boschrand près de Klerksdorp, et à Duivels-Kantoor, dans le district de Lijdenburg. Cette exploitation n'a pas donné de bons résultats, surtout à cause de la répartition inégale de l'or dans le conglomérat. Des parties (*shoots* = cheminées) riches ou très riches alternent avec des parties stériles de grande étendue.

La direction et l'inclinaison des strates du Black-reef au sud de Johannesburg se trouvent être accidentellement presque les mêmes que celles de la nappe de diabase amygdaloïde et des grès d'Elsburg sous-jacents; cette disposition a retardé longtemps la détermination de la position exacte du Black-reef et de tout le Système du Cap dans les parties en relation avec les terrains aurifères du Witwatersrand. C'est une des causes qui ont porté les géologues à considérer les grès aurifères du Witwatersrand comme la partie inférieure du Système du Cap, en les mettant en parallèle avec le grès de la Montagne de la Table [1].

Bien au contraire, la série aurifère du Witwatersrand fait partie du Système primaire et est beaucoup plus ancienne que le Système du Cap; la concordance apparente du Black-reef sur la série du Witwatersrand auprès du Klipriviers est purement accidentelle et locale; d'ailleurs dans les environs de Krugersdorp on voit les grès et les conglomérats du Witwatersrand disparaître sous les grès du Black-reef, avec lesquels ils sont, en ce point, en discordance évidente.

M. Hatch, à qui nous devons la meilleure carte géologique [2]

1. En 1890 j'ai fait la même erreur en réunissant dans un seul étage (étage inf. du Système du Cap) la série du Witwatersrand aux diabases amygdaloïdes et à la série du Black-reef, étage que je nommais alors série du Boschrand, 30, p. 209. Mes idées sur la stratigraphie du Transvaal ont été considérablement modifiées depuis la publication des résultats que j'avais obtenus en 1890 après un trop court séjour dans le pays.

2. F.-H. Hatch, 22. Une curieuse erreur existe sur cette carte : tout autour du massif de Vredefort l'affleurement de la série du Black-reef a été donné entre la dolomie et les couches du Gatsrand, tandis qu'il devrait être placé

publiée sur la partie sud du Transvaal, donne assez exactement la position du Black-reef dans le bassin du Witwatersrand ; mais il est très curieux qu'il ignore absolument la présence de cette même série du Black-reef au-dessous de la dolomie au nord de Krugersdorp et plus loin, sur le versant nord du massif granitique, entre Johannesburg et Prétoria, où pourtant la série du Black-reef affleure entre la dolomie qui la couronne et le granite sous-jacent. Les conglomérats sont, en ces points, faiblement développés à la base de la série et ne contiennent plus que des traces d'or ; si bien que M. Hatch ignore même leur existence. Il considère le Black-reef comme un dépôt spécial de remaniement, limité au bassin aurifère du Witwatersrand. Je crois cette opinion erronée ; il me paraît clair que dans cette série du Black-reef, qui provient naturellement du remaniement des débris des formations plus anciennes, il pouvait à la base se former des conglomérats riches en or, comme au Klipriviersberg, puisque les couches aurifères du Witwatersrand affleuraient à une petite distance, tandis que, en même temps, sur le massif de granite, au nord de Johannesburg, des dépôts se constituaient, qui étaient presque dépourvus d'or, mais où les arkoses étaient bien développées.

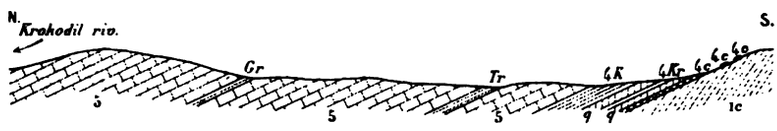


Fig. 5. — Coupe près de la mine de Kromdraai (d'après les documents fournis par M. Dorffel, ingénieur-conseil de la C°). — Echelle des longueurs 1/7.500e environ ; échelle des hauteurs 1/6.000e.

5. Dolomies [*Gr*, *Galena-reef*; *Tr*, *Tweefontein-reef*].

4. Série du Black-reef, inclinaison : 15 à 20° vers le nord.
- *4K*. Schistes ardoisiers dits *Kromdraai-slates*, 13 à 16 m.
- *q*. Quartzite supérieur avec bandes d'argilite intercalées, 5 à 7 mètres.
- *4Kr*. Filon-couche aurifère de quartz à arsénopyrite, dit *Kromdaai-reef*, 0 m. 50 à 1 mètre.
- Argilite, 0 m. 50.
- *q*. Quartzite inférieur, 6 mètres.
- *4c*. Grès et conglomérats aurifères, 1 mètre.

1*c*. Conglomérat schisteux du Système primaire, inclinaison 35° vers l'O.N.O.

entre la dolomie et les diabases amygdaloïdes. Cette erreur, qui se retrouve dans les coupes qui accompagnent la carte, donne une fausse idée de la stratigraphie de cette région ; les failles compliquées, dessinées dans ces coupes, ne réussissent pas à rendre la tectonique compréhensible.

Dans le district de Lijdenburg il existe dans les grès de la série du Black-reef, auxquels on a donné là le nom local de grès du Drakensberg, un filon-couche aurifère de quartz et de minerai de fer. Ce filon qui est intercalé entre deux bancs de grès est exploité en plusieurs localités, par exemple sur la propriété Erasmushoop, ou il a reçu le nom de *Sherwell-reef*[1].

A Kromdraai, au nord de Krugersdorp, où on peut étudier la série du Black-reef dans les exploitations minières, on trouve un filon-couche de quartz aurifère associé à un lit de schistes ardoisiers et intercalé entre deux bancs de quartzites; la succession des strates est donnée dans la légende de la figure 5.

L'or dans ce filon-couche est associé à l'arsénopyrite et à la pyrite; il a été exploité avec succès. Les schistes ardoisiers, auxquels on a donné le nom de *Kromdraai-slates*, forment un horizon constant d'une très grande étendue.

Dans la partie inférieure de la série de la dolomie, qui repose en concordance sur la série du Black-reef, se trouvent intercalés près de sa base des schistes ardoisiers, qui ont beaucoup d'analogie avec les Kromdraai-slates, d'où il résulte que la limite entre la dolomie et la série du Black-reef sous-jacente est peu tranchée, et doit être placée à la base du banc de dolomie le plus inférieur de la série.

2. — Série de la dolomie

La série de la dolomie est constituée par des assises de dolomie et de calcaire dolomitique bleu foncé ou noirâtre de 10 centimètres à 3 mètres d'épaisseur alternant avec des bandes minces de silex. Parfois, comme je l'ai observé près de Vereeniging, on trouve les silex en rognons, disposés selon des sortes de plans de stratification comme dans la craie d'Europe. Les bandes de silex offrent plus de résistance aux forces dénudatrices et sont aussi moins solubles dans l'eau que la dolomie et par conséquent elles forment des crêtes saillantes et donnent un aspect comme strié aux roches de cette formation, vues de quelque distance. Dans la partie inférieure les bancs de dolomie sont beaucoup plus épais que dans la partie supérieure, où les bandes de silex tendent à prédominer. Il en résulte que les assises inférieures de la dolomie sont souvent profondément érodées, et cachées par des dépots plus récents, tandis

1. J.-G. Bousquet, 3, p. 38, et Nicol Brown. The succession of the rocks in the Pilgrims' Rest district. *Trans. of the geol. Society of South Africa*, II, p. 3. Johannesburg, 1897.

que les couches supérieures affleurent, en formant des escarpements caractéristiques. Dans les terrains où ces couches supérieures riches en silex affleurent, on trouve le sol tellement couvert de leurs débris qu'un examen très minutieux peut seul révéler la dolomie, comme comprimée entre les bandes de silex saillants. Ce phénomène explique comment plusieurs observateurs ont pu exagérer outre mesure le rôle des silex de la dolomie [1]. Cette différence entre les zones supérieures et les zones inférieures se manifeste surtout dans les points où la formation a une inclinaison moyenne, il est compréhensible qu'aussitôt qu'elle se trouve fortement redressée ou sensiblement horizontale, ces différences puissent disparaître.

La position plus ou moins inclinée des couches de la dolomie a une grande influence sur son pouvoir de résistance contre les agents dénudateurs. Si elle se trouve dans une position horizontale ou très peu inclinée, quoiqu'elle ne soit pas dure et relativement très soluble, elle se comporte dans la topographie comme un élément assez réfractaire, parce que les couches de silex offrent l'une après l'autre une forte résistance à l'action de l'eau et du vent. Bien différents sont les résultats des actions extérieures lorsque les couches sont fortement inclinées ou verticales; alors les couches de silex se brisent, dès que les lits de dolomie intercalés sont corrodés jusqu'à une certaine profondeur, et la dénudation fait un progrès rapide. Par conséquent la dolomie constitue un élément très reconnaissable dans la topographie partout où sa position est horizontale, mais que l'on doit chercher seulement dans les vallées, où elle est souvent cachée par des dépôts superficiels plus ou moins marécageux, partout où ses couches sont fortement inclinées.

La surface de la dolomie exposée à l'air libre est rugueuse et sillonnée de rides, aussi les boers lui ont-ils donné le nom caractéristique d'*Olifants-klip*, parce que sa surface usée a beaucoup de ressemblance avec la peau d'un éléphant. Le paysage dans les terrains où domine la dolomie ressemble beaucoup à celui du Karst autrichien. Les grottes, les gouffres et les abîmes y sont très nombreux. Ces grottes sont souvent en partie comblées par du calcaire stalagmitique [2] et des dépôts d'un tuf ou travertin cal-

1. W.-H. Penning a donné à cette formation le nom de *chalcedolite*, **40**, p. 576, et **41**, p. 456.

2. Beaucoup de ces grottes sont très belles et dignes d'être visitées. L'une d'elles, découverte en 1897, à Sterkfontein [68], au nord de Krugersdorp, était une splendide curiosité naturelle ; des draperies stalagmitiques tapissaient

caire souvent assez riche en débris osseux. Parfois on trouve de vraies brèches à ossements dans ces cavernes. L'étude de ces ossements qui fournira sans doute des résultats intéressants n'a pas encore été faite. Jusqu'à présent on y a rencontré exclusivement les restes d'une faune pleistocène.

Souvent les ruisseaux se perdent dans les fissures du sol et forment des cours d'eau souterrains parcourant des séries de grottes irrégulières, où la rivière s'épanche parfois en lacs souterrains. C'est ainsi que la Mooi-Rivier se perd près de Wonderfontein et qu'en aval de ce point la majeure partie de ses eaux suit un cours souterrain; 42 kilomètres plus loin elle quitte la dolomie en formant une source célèbre appelée *Gerhardminnebron*, dont le débit est sensiblement supérieur à celui de la rivière au moment de sa perte, grâce aux affluents cachés.

Cette dolomie a une valeur économique considérable pour le pays, parce que l'eau des grandes pluies de la saison humide, de décembre à mars, s'infiltre rapidement dans la roche fracturée et caverneuse, qui forme ainsi un réseau de réservoirs d'une immense capacité. Cette réserve d'eau accumulée réapparaît à la surface par un grand nombre de fortes sources, qui diminuent à peine de débit, durant la saison sèche. C'est à ces sources remarquablement constantes que presque toutes les rivières pérennes de la moitié occidentale du Transvaal doivent leur existence, telles sont le Hartsrivier, le Malmani, le Malopo, le Schoonspruit, le Mooirivier, le Kliprivier, le Krokodilrivier, l'Aapiesrivier, le Pienaarsrivier, le Marico, etc.

Quant à la position de la série des dolomies on estime, en général, aujourd'hui, qu'elle est superposée absolument en concordance à la série du Black-reef, ce qui est confirmé partout par les exploitations minières, tantôt dans la série du Black-reef, tantôt dans les niveaux inférieurs de la série dolomitique (fig. 5 et pl. II).

En général, la dolomie a un développement très uniforme et elle est très facile à reconnaître sur le terrain. Elle s'étend sur une très grande partie du Transvaal et bien au delà des frontières de ce pays ; ainsi elle atteint un développement énorme dans le Campbellrand (Griqualand-west) et dans le Han-Ami-Plateau (pays de Namaqua), où elle a été reconnue par M. Schenck.

ses parois, les stalactites étaient entièrement recouverts de superbes cristallisations d'aragonite. Les nombreux visiteurs, venus de Johannesburg, ont détruit en quelques semaines cette merveille. La grotte étant une propriété privée, le Gouvernement n'a malheureusement pas pu intervenir.

Gîtes métallifères. — La formation dolomitique renferme partout un assez grand nombre de filons-couches de quartz minéralisé et près de sa base et de son sommet quelques bandes de schistes intercalés. Dans la partie centrale du Transvaal on trouve (fig. 5), près de la base de la dolomie, un complexe de schistes et d'ardoises, accompagné par un filon-couche à pyrite, manganèse et or. Ces schistes ont reçu le nom de *Tweefontein-slates* et le filon celui de *Tweefontein-reef*. Cette zone aurifère est très persistante et je l'ai retrouvée presque partout où la base de la dolomie affleure. Sa forte teneur en manganèse est très caractéristique et souvent l'étage est représenté par un banc épais d'une terre manganésifère et aurifère avec des veinules irrégulières de quartz. Cette zone est, jusqu'à présent, très peu exploitée, cependant on doit y compter les dépôts aurifères intéressants de Barrett's Berlin[1] (pl. II, coupes 2 et 3) et de Spitskop, sur l'escarpement oriental du haut plateau dans le district de Lijdenburg. La zone aurifère a ici un développement plus grand et sa composition est considérablement modifiée par l'influence d'éruptions diabasiques; cette diabase, profondément décomposée, forme une espèce de latérite, qui se confond avec la terre manganésifère mélangée des débris des assises supérieures de la dolomie, que la dénudation a fait entièrement disparaître. Les gisements de Barrett's Berlin sont exploités à ciel ouvert.

Les grès du Black-reef, qui sont sous-jacents à ces dépôts aurifères, affleurent partiellement sur le magnifique escarpement de Duivels-Kantoor. Sur la surface plus ou moins rugueuse du grès on exploite des alluvions de petite étendue, dans lesquelles on a trouvé pendant plus d'une dizaine d'années de nombreuses pépites d'or. La grosse pépite de 52 *onces*[2], que l'on a pu voir à l'Exposition universelle de Paris en 1900, au pavillon de la République Sud-Africaine, provient de ce gisement. Elle a été trouvée en 1898 sur la grande route et porte encore les marques des roues des voitures qui l'ont rencontrée. L'or de ces champs aurifères paraît provenir de la dolomie, aujourd'hui disparue grâce à l'érosion, et le gisement du précieux métal en représente les derniers résidus, dans lesquels l'or est venu se concentrer.

Du sud de Prétoria au district de Marico à l'ouest, on trouve dans la dolomie inférieure une seconde zone minéralisée, qui est très souvent interrompue. C'est un filon-couche plombifère accompagné d'une bande de schistes; il est situé dans la formation dolo-

1. Voir G.-A.-F. Molengraaff, **32**, p. 134.
2. L'*once troy* anglaise vaut 31 grammes, 103496.

mitique à une soixantaine de mètres plus haut que le Tweefontein-reef. En général, comme à Kromdraai, c'est un filon avec des épontes nettes, la gangue est formée de quartz avec un peu de fluorine; on y trouve seulement des minerais de plomb, galène, cérusite et pyromorphite. Mais il n'est pas rare que ce filon s'élargisse en une série de poches; dans ce cas, la minéralisation est plus complexe, on a trouvé dans ces poches les minéraux suivants : galène, blende, smithsonite (zinkspath), calamine (kieselzinkerz), pyrite, malachite, cinabre, talc, calcite et fluorine [1]. Tout autour de ces gîtes minéraux la dolomie est imprégnée de nombreux cristaux de trémolite ou de talc; ce dernier minéral doit, ici, être regardé comme un produit de décomposition de la trémolite.

Fig. 6. — Formes d'érosions dans les grès de la série du Black-reef à Duivels-Kantoor.

Dans la partie orientale du Transvaal (district de Lijdenburg), les filons-couches minéralisés, notamment à la base et près du sommet de la formation, sont beaucoup plus nombreux. Ils sont pour la plupart aurifères et sont largement exploités [2]. Outre l'or

1. En 1893 j'ai décrit un de ces gisements dans la dolomie du district de Marico, voir **29**, p. 150. Je pense maintenant avoir commis une erreur en représentant (page 152) les couches de la dolomie comme reposant en discordance sur des schistes, qui affleuraient dans le voisinage avec une faible inclinaison au nord. Ces schistes sont très probablement des schistes intercalés en concordance dans la dolomie.

2. Pour des détails sur ces gisements voir : J.-G. Bousquet, **3**, p. 37, et A. Bordeaux, **2**, p. 300 et suivantes.

et le quartz on trouve dans ces filons des minerais de fer, de cuivre et de manganèse.

Dans le district de Marico on exploite des vrais filons de quartz aurifères. Ces filons ont été rencontrés dans les environs des sources de la rivière de Malmani et leurs exploitations sont les *champs d'or du Malmani*. Il s'agit ici de filons verticaux avec une direction moyenne N.N.E.-S.S.O. dans la dolomie. Ce quartz contient beaucoup d'or visible et quelques-uns de ces filons, comme le Mitchell-reef et le Pioneer-reef ont procuré de superbes échantillons. Outre l'or et la pyrite altérée ou limonite, on y trouve de petites quantités de minerais de cuivre : malachite, azurite, bornite [1] (érubescite) et chalcopyrite. L'exploitation de ces filons n'a pas donné jusqu'à présent des résultats bien satisfaisants, parce que leur teneur en or est trop variable et qu'il s'est élevé des difficultés techniques dues à la présence des masses énormes d'eau fournies par la dolomie encaissante fracturée.

Dans le district de Lijdenburg on peut distinguer, dans la dolomie, un groupe supérieur et un groupe inférieur de filons aurifères. Le groupe inférieur comprend des filons du type de Tweefontein ; ces filons sont riches en manganèse. Les mines de Spitskop et de Barrett's Berlin mentionnées plus haut, appartiennent à ce groupe ; cet horizon est connu des mineurs du district sous le nom de *Digger's leaders* (Pl. II, coupe 3). La plupart des filons exploités dans ce district font partie du groupe supérieur ; ils sont caractérisés par une certaine teneur en minerais de cuivre qui font entièrement défaut dans les filons du groupe inférieur.

Dans le district de Lijdenburg la série des dolomies est bien plus qu'ailleurs recoupée par des dykes de diabase ; des bancs intrusifs intercalés forment souvent le toit ou le mur des filons-couches aurifères. On ne pourrait nier qu'il existe une certaine relation entre ces roches éruptives et la répartition de l'or dans cette formation [2].

Épaisseur et age. — L'épaisseur de la série de la dolomie peut être évaluée à 800 mètres dans le bassin du Witwatersrand, à 1500 aux environs de Prétoria, à 500 mètres près de Godwan, à 800 mètres dans les environs de Lijdenburg et à 1200 mètres dans les montagnes de Makapan.

1. Pour des détails sur ces gisements voir : G.-A.-F. Molengraaff, **30**, p. 254, et M. Francke, **16**.

2. J.-G. Bousquet, **3**, p. 39 et p. 40-44.

Consulter pour la stratigraphie du Système du Cap la coupe de M. A. Stark, communiquée par M. Nicol-Brown, reproduite dans la planche II [coupe 3] (M. Nicol-Brown The succession of the rocks in the Pilgrim's Rest District. *Trans. of the geol. Society of South Africa*, II, p. 1. Johannesburg, 1897).

Jusqu'à présent on ne peut, d'une manière directe, fixer l'âge de la série de la dolomie. Il est vrai que M. Cohen [1] y a mentionné des bancs siliceux dont les surfaces corrodées portaient des empreintes de tiges de Crinoïdes et de Brachiopodes ressemblant à des espèces des genres *Orthis* et *Chonetes*, ce qui les ferait attribuer au Palaéozoïque. Mais ces indications sont très vagues et, jusqu'à présent, elles n'ont pas été confirmées par des observations nouvelles.

Nous avons déjà vu plus haut que la limite inférieure de la série de la dolomie n'est pas bien marquée, mais le doute est encore bien plus grand pour la limite supérieure. Le fait que près de son sommet on trouve quelques couches d'argilites intercalées dans la dolomie et plus haut quelques bandes de silex intercalées dans des schistes ardoisiers et dans des argilites, qu'on ne pourrait distinguer de ceux de la série suivante, rend déjà plus ou moins arbitraire le niveau où doit se trouver la limite entre la série de la dolomie et les couches de Prétoria, qui lui sont superposées en concordance. Mais cette difficulté est encore exagérée : les nombreuses grottes et cavernes de la dolomie ont produit des affaissements si fréquents, dans la partie supérieure de la dolomie, que généralement les couches sont très disloquées dans la zone de contact entre la dolomie et les couches de Prétoria, offrant une surface ondulée irrégulière.

Roches éruptives. — On peut trouver partout des dykes de diabase dans la dolomie, mais cependant ils y sont plutôt rares. Des bandes intrusives intercalées sont fréquentes dans le district de Lijdenburg mais semblent être rares ailleurs. Près de Ottoshoop un important dyke d'un gabbro à quartz et amphibole [2] assez intéressant coupe la série dolomitique ; la belle roche de Wonderfontein qui est employée, à Johannesburg, comme pierre de construction, vient d'une syénitporphyre à anorthose, qui forme également un dyke énorme au travers de la dolomie.

3. — Série de Prétoria [3]

Les couches de Prétoria sont formées par une succession souvent répétée de schistes ardoisiers, d'argilites, de quartzites, et de bancs de diabase intercalés. Les affleurements des quartzites, qui résis-

1. Communiqué par M. P. Dahms, **9**, p. 118.
2. Pour la description pétrographique de cette roche, voir : G.-A.-F. Molengraaff, **30**, p. 221.
3. En 1890 je considérais à tort cette série comme faisant partie du Système primaire, **30**, p. 205.

tout aux forces dénudatrices, forment sur le sol des rides ou des escarpements, qu'on peut suivre sur des distances énormes. Chacun de ces quartzites, possédant des caractères assez constants, constitue une couche de repère d'une très grande valeur pour la stratigraphie spéciale de cette série. Choisissons pour exemple le terrain entre Prétoria et le fleuve du Krokodil, où la série de Prétoria est largement développée. Ce terrain est formé de trois rangées de collines de direction ouest-est, séparées l'une de l'autre par de larges vallées. La plus septentrionale forme le Magaliesberg, rangée imposante, s'élevant à 200 mètres au-dessus des plaines environnantes ; on peut le suivre comme un mur gigantesque sur une distance de quelques centaines de kilomètres, sans que sa crête cesse d'être à la même altitude (1600 m. en moyenne) ou que son escarpement méridional presque vertical devienne moins menaçant. La seconde rangée est celle de Daspoort [1] ; la troisième, près de Prétoria, porte le nom de Timeball-range. Les crêtes de ces collines ne sont autres que les affleurements des bancs de quartzite, tandis qu'on doit chercher dans les vallées les argilites intercalées.

L'inclinaison des strates de la série de Prétoria étant en moyenne de 25 à 40° au nord, la plongée de toutes ces collines vers le nord correspond à l'angle de l'inclinaison des strates et par conséquent est faible, tandis que le versant nord est très escarpé.

De haut en bas on peut distinguer dans cette série aux environs de Prétoria les assises suivantes :

Grès et argilites arénacés au nord du Magaliesberg.

23. Grès grossier.

22 Quartzites du Magaliesberg, formant un groupe quartzitique d'environ 175 mètres d'épaisseur, divisé en deux par une bande d'argilite arénacée.

Les strates 23 et 22 forment le sol et la crête du versant nord du Magaliesberg.

21. Argilite.

20. Diabase.

19. Roches cornéennes du versant sud du Magaliesberg.

18. Succession répétée d'argilites et de bancs de diabase intercalés.

17. Quartzite de Daspoort. Ce quartzite forme la crête et le sol du versant nord des collines de la rangée de Daspoort.

16. Diabase intrusive à gros grains.

15. Schiste ardoisier en couches épaisses, employé comme pierre de construction dans les fondations des édifices à Prétoria. Ces schistes ardoisiers sont exploités près de Daspoort, sur la rive droite de l'Aapiesrivier, au nord de Prétoria, et sur le versant sud du Meyntjes-Kop.

1. Sur la carte de Jeppe cette rangée est dénommée Witwatersberg.

14. Argilite.
13. Grès ferrugineux brun-violet.
12. Argilite et diabase.
11. Diabase amygdaloïde.
10. Argilites et nombreux bancs de diabase intrusive intercalés alternativement. On trouve aussi quelques bancs minces de roches quartzitiques intercalés dans la partie inférieure de ce groupe.
9. Quartzite blanc.
8. Grès noir à magnétite ; le ciment de magnétite est très riche et son volume est bien supérieur à celui des grains de quartz. Cette roche est un bon minerai de fer.

Les assises 9 et 8 forment le sol et la crête du versant nord des collines de la rangée de Timeball ; les affleurements noirs de la roche à magnétite contrastent vivement, même vus d'une grande distance, avec ceux du quartzite blanc.

7. Quartzite et grès à stratification transversale très marquée.
6. Grès fortement chargé de magnétite, dont la surface, corrodée par les agents atmosphériques, offre des figures bizarres.
5. Argilite.
4. Quartzite.
3. Argilite.
2. Schiste ardoisier, donnant les belles dalles utilisées à Prétoria. Ces schistes ardoisiers sont exploités dans de vastes carrières sur le versant sud de la colline, couronnée par le fort de Klapperkop.
1. Argilite jaunâtre, avec une ou deux bandes de silex intercalés çà et là ; on peut regarder ces assises comme les strates de passage à la série des dolomies sous-jacente.

Banc supérieur de dolomie et de silex de la série des Dolomies.

On peut évaluer l'épaisseur de ces couches comme suit :

20. Vallée au nord des montagnes du Magalies, 100 mètres.
19. Montagnes du Magalies, 400 mètres.
18. Vallée du Magalies, 800 mètres.
15-17. Rangée de Daspoort, 250 mètres.
10-14. Vallée à l'ouest de Prétoria, 650 mètres.
1-9. Rangée du Timeball, 400 mètres.

La composition des couches de Prétoria est constante dans la partie centrale et orientale du pays. Quelques-uns des étages de repères énumérés ci-dessus sont encore reconnaissables avec à peu près les mêmes caractères, dans le district de Lijdenburg, c'est-à-dire à une distance de plus de 200 kilomètres de Prétoria. C'est ainsi qu'on doit considérer l'épais banc de quartzite à travers lequel on a percé le tunnel du chemin de fer, entre les stations de Waterval-Boven et de Waterval-Onder [1], comme l'équivalent du quartzite de Daspoort et le banc de grès et de quartzite à magnétite, qui est traversé en tranchées par le chemin de fer à

1. Résidence du Président Kruger, après la conquête de Prétoria.

Nooitgedacht[1] comme l'équivalent du grès à magnétite de Timeball-hill. Ces bancs de quartzites se distinguent très bien dans la topographie, en formant des *kransen* très marqués le long de tout l'escarpement oriental du haut plateau dans le district de Lijden-

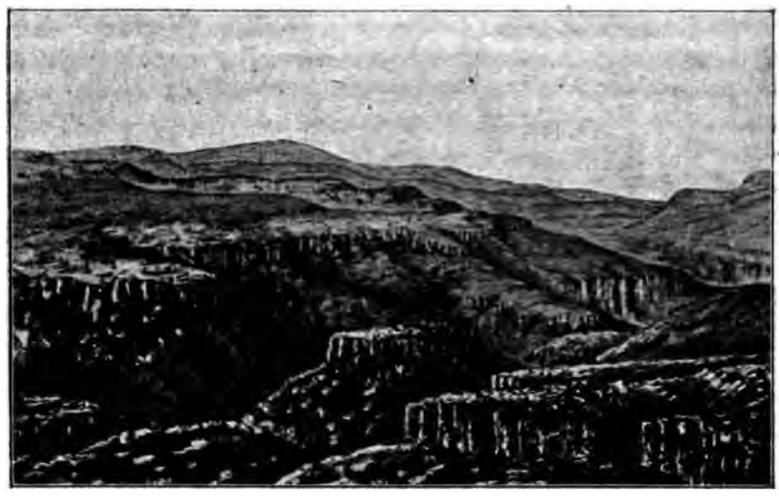


Fig. 7. — Les *Kransen* de la série de Prétoria entre Waterval-Boven et Waterval-Onder.

burg[2]. Dans le bassin du Witwatersrand, où les couches de Prétoria sont représentées par un complexe, qui a reçu le nom local de *Couches du Gatsrand*, leur développement offre aussi beaucoup d'analogie ; seulement les grès et les diabases y jouent un plus grand rôle que dans les environs de Prétoria.

Jusqu'à présent on a rencontré seulement dans quelques localités des marnes et des calcaires intercalés dans les argilites de la moitié supérieure de la série de Prétoria : par exemple à Van Lennepskopje à une petite distance du village de Waterval-Boven[2]. Les recherches de fossiles, dans ces couches, n'ont pas été couronnées de succès. La présence, dans les argilites de la partie supérieure de la série près de Belfast, d'un banc de calcaire un peu argileux est intéressante à noter ; ce calcaire est d'un grain très fin et homogène, il pourrait, comme on en a fait l'expérience à Johannesburg, être employé comme pierre lithographique. Grâce à sa couleur

1. Camp des prisonniers anglais après la prise de Prétoria.
2. Voir **32**, fig. 5.

et à son aspect tacheté, il pourrait former aussi une très belle pierre ornementale, un marbre pour constructions.

A l'ouest du méridien de Prétoria le caractère des schistes de Prétoria, et particulièrement celui des argilites, commence à se modifier, les derniers devenant de plus en plus ferrugineux. A l'ouest de Buiskop les couches de Prétoria sont principalement représentées par des schistes, qui ont une certaine ressemblance avec les schistes ferrugineux de la série de Hospital-hill. Dans le district de Marico, les argilites de cette même série sont plus dures et plus ferrugineuses que dans les environs de Prétoria. Au delà de la frontière, dans le Griqualand-west, les couches de Prétoria, reposant sur les dolomies du Campbellrand, sont très dures et ferrugineuses, et en grande partie formées par des jaspes [1], entre les assises minces desquels on trouve des bandes d'une amphibole rare appelée crocidolite.

Gîtes métallifères. — Il résulte des recherches effectuées jusqu'à présent que les couches de Prétoria ne sont pas très riches en gîtes métallifères.

Dans la partie inférieure on trouve des filons-couches de quartz aurifère, qui offrent une très grande analogie avec ceux qu'on trouve dans la dolomie. On a commencé l'exploitation de ces veines à Koesterfontein [108] et à Blauwbank [104], à l'ouest de Krugersdorp, mais sans obtenir de résultats favorables. On doit placer dans un niveau un peu supérieur les gisements de Scheerpoort [150], à une trentaine de kilomètres au nord de Krugersdorp, dont on a essayé l'exploitation plusieurs fois sans succès. On a été plus heureux dans le district de Lijdenburg, où l'on a exploité avec profit le filon-couche de quartz aurifère, nommé Bewitts-reef, situé près de la base de la série de Prétoria, aux environs de Frankfort [2].

On a trouvé dans les parties supérieures de la série de Prétoria des filons cuprifères et plombifères dans les districts de Prétoria, Rustenburg et Lijdenburg. Les minerais de ces filons renferment une certaine proportion d'argent, aussi leurs exploitations sont-elles indiquées comme mines d'argent.

Tectonique et roches éruptives. — Il existe des relations évidentes entre la répartition de ces filons et les accidents tectoniques liés aux phénomènes d'intrusion et d'éruption des roches

1. G.-W. Stow, **49**, p. 581.
2. J.-G. Bousquet, **3**, p. 44.

de la série plutonienne du Boschveld ; en analysant cette dernière, nous étudierons en détail ces gîtes métallifères.

Les couches de Prétoria sont traversées par un grand nombre de dykes de diabase et de nombreux bancs de cette roche y sont intercalés. On peut étudier facilement les relations entre ces dykes et les bancs ou les dépôts stratifiés de la série de Prétoria dans la remarquable tranchée du chemin de fer entre Belfast et Godwan. Pour toute la série, j'ai compté dans cette coupe 56 bancs de diabase d'une épaisseur de plus de 3 mètres et un très grand nombre d'une moindre épaisseur. On y trouve quelques bancs d'une diabase amygdaloïde, qui peuvent être contemporains de la formation de la série, mais les entre-bancs

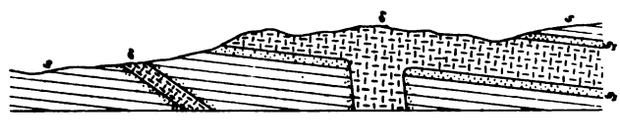


Fig. 8. — Dyke de diabase formant un banc intrusif, au kilomètre 219 du chemin de fer de Komatipoort à Prétoria. — Échelle 1/1000e.

s, Argilite de la série de Prétoria ; s_1, Argilite durcie ; δ, Diabase.

de diabase sont intrusifs, ce qui est prouvé par la transformation métamorphique en roche cornéenne observable très souvent dans les argilites, au-dessus aussi bien qu'au-dessous des bancs de diabase. On voit par exemple dans la coupe de la fig. 8 des dykes de diabase qui s'épanchent en formant des bancs intrusifs. Le métamorphisme de contact peut être étudié avec facilité tout près de Prétoria à Meyntjeskop, sur un banc épais d'une diabase à gros grains intercalé entre le quartzite de Daspoort au-dessus et une argilite au-dessous. Au contact on trouve l'argilite durcie et beaucoup moins fissile qu'un peu plus bas où elle n'est pas altérée, tandis que le quartzite, durci également, est, dans le voisinage du contact avec la diabase, chargé de petits cristaux d'épidote et d'actinote en gerbes (fig. 9).

Fig. 9. — Diabase intrusive dans les couches de la série de Prétoria, près de Prétoria.

q, Quartzite de Daspoort, épaisseur 17 mètres ; q_1, Quartzite altéré chargé d'épidote et d'actinote ; δ, Diabase gabbroïque à gros grains, ép. 16 m. ; s_1, Argilite durcie ; s, Schiste ardoisier en couches épaisses, ép. 35 m.

Les couches du Système du Cap, disposées comme nous l'avons déjà dit en discordance manifeste sur celles du Système primaire [1], ne sont généralement pas redressées fortement, l'angle de l'inclinaison ne dépasse guère, dans tout le district de Lijdenburg, 7 à 15°. Mais il y a, pourtant, d'assez nombreuses exceptions. Tout autour du massif de granite de Vredefort, le Système du Cap a subi des mouvements de même ordre que le Système primaire sous-jacent; la position verticale en est résultée pour les strates de la série du Black-reef et de la dolomie (pl. II, coupe 1); l'angle de redressement va en diminuant graduellement dans les couches superposées du Gatsrand, qui appartiennent à la série de Prétoria. Les mêmes constatations peuvent être faites dans les montagnes de Makapan (fig. 10); là l'inclinaison moyenne des strates dans le Système du Cap en discordance évidente sur le Système primaire ne dépasse pas 20° partout où la direction des strates est nord-sud, mais ces mêmes couches sont redressées verticalement partout où la direction des strates est de l'ouest à l'est. Nos connaissances sur la structure géologique du Transvaal ne sont encore suffisantes que sur des points trop éloignés les uns des autres pour pouvoir expliquer les causes plus ou moins locales des phénomènes de redressement du Système du Cap. Mais on peut apprécier avec plus de justesse les phénomènes qui ont été le résultat de l'inclinaison des strates du Système du Cap vers un centre commun dans la partie centrale du Transvaal. On voit, dans le pays au nord de Prétoria, l'inclinaison des strates de ce Système se diriger et aller en augmentant vers la région nommée *Boschveld*, où, comme nous le verrons plus loin, des intrusions et des éruptions d'un magma riche en soude ont eu lieu après la période de formation des couches de Prétoria. Ces dernières sont, jusqu'à une certaine distance de ce bassin de roches ignées, redressées, disloquées et même quelquefois courbées en larges plissements.

Affleurements. — Les lignes d'affleurement et l'inclinaison des couches de Prétoria et du Black-reef indiquées sur la carte (Planche I) peuvent donner une idée du relief du territoire occupé par l'étage inférieur du Système du Cap. Au nord de Prétoria on voit le bassin du Boschveld environné de tous côtés par une bande du terrain de l'étage inférieur du Système du Cap, seulement interrompue au sud-est, où elle est cachée par les dépôts du Karroo superposés, et au nord, où le grand pli qui sépare le bassin

1. Les coupes de la Planche II donnent une bonne idée de la position discordante du Système du Cap sur les terrains anciens.

du Boschveld du bassin du Waterberg est en partie caché par les roches ignées et les grès de l'étage supérieur. Sur les deux côtés, est et ouest, du bassin du Waterberg, le prolongement de cette bande, formée par l'étage inférieur du Système du Cap, est très peu connu, la région n'ayant pas été explorée au point de vue géologique. On voit aussi comment les couches du Système du Cap, à la limite méridionale du Boschveld, sont en connexion parfaite avec celles du bassin, ou mieux du fossé, du Witwatersrand, dont la continuation au sud-est est cachée sous les dépôts du Karroo. Un lambeau isolé qui affleure près de la frontière occidentale de la République annonce l'énorme développement du Système du Cap dans le Griqualand-west et le Bechuanaland.

4. — Série plutonienne du Boschveld

J'ai donné ce nom à un groupe de roches intrusives et éruptives, ayant pour caractère commun une forte teneur en soude, et dont l'ascension a eu lieu après la période de formation de la série de Prétoria et avant celle du système du Karroo.

Granite rouge. — Un des représentants typique de ce groupe est le *granite rouge*, roche qui occupe une vaste surface au nord des Magaliesbergen, dans le Boschveld, et qui avait déjà attiré, il y a trente ans, l'attention des premiers explorateurs, Mauch, Hübner et Cohen. Ce granite rouge est une roche grenue, composée de feldspath rouge, généralement de l'anorthose ou de l'orthose, de quartz et de petites quantités d'amphibole fortement pléochroïque et de biotite. La faible proportion des constituants foncés donne à ce granite en place une couleur rougeâtre, les parties superficielles décomposées étant grises ou blanchâtres. Le plus souvent ce granite, quoique grenu, possède une structure micropegmatoïde parfaite : ce type est très constant et j'en ai récolté des échantillons impossibles à distinguer les uns des autres en des localités distantes l'une de l'autre de plusieurs centaines de kilomètres, à Krokodilpoort [411] et à Honignestkrans [121], au nord du Magaliesberg (district de Prétoria), à Klipfontein (district du Waterberg) et sur le versant nord du Bothia's berg (district de Middelburg). Dans les anciennes descriptions géologiques du Transvaal, entre autres dans celle de Schenck, à laquelle on a donné le plus d'autorité, les auteurs ne soupçonnent pas la différence entre ce granite rouge et le granite ancien et regardent la région du Boschveld comme appartenant au terrain primaire. Cette erreur a créé des

difficultés stratigraphiques de plus en plus insurmontables à mesure que nos connaissances sur la structure géologique du pays augmentaient. Toutes les difficultés se résolvent d'elle-mêmes, aussitôt que l'on admet que le granite rouge et les autres roches plutoniennes qui l'accompagnent sont d'une époque plus récente que le granite du Système primaire, c'est-à-dire que leur ascension est postérieure à la période de genèse de la série de Prétoria.

La situation géologique du granite rouge est montrée nettement dans la coupe 1 (Pl. II). Si, partant du massif granitique situé entre Johannesburg et Prétoria, on se dirige vers le nord, on voit comment ce granite est recouvert par la série du Black-reef, et comment se succèdent, d'abord les dolomies, puis la série de Prétoria, toujours avec pendage vers le nord. On rencontre ensuite superposés aux couches de Prétoria, au nord du Magaliesberg, le granite rouge et, à sa base, des norites et des roches syénitiques. Si, des environs de Lijdenburg, nous nous dirigions vers l'ouest, nous aurions exactement la même succession (Pl. II, coupes 2 et 3). Là aussi la série du Black-reef (grès de Kantoor et grès du Drakensberg) repose en discordance sur le granite ancien et les schistes du terrain primaire, au-dessus se trouve la dolomie, et au-dessus de la dolomie, dans les montagnes de Steenkamp, repose la série de Prétoria, toujours avec une

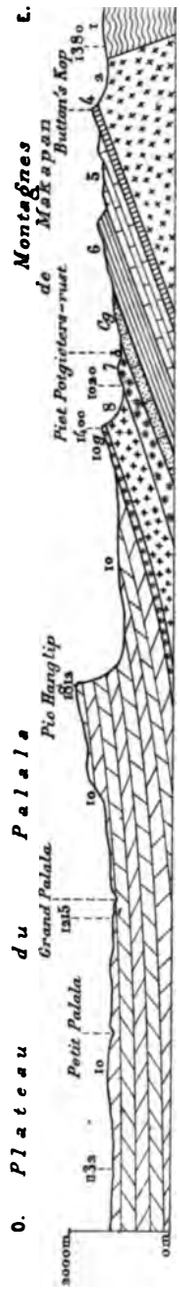


Fig. 10. — Coupe prise au nord du Transvaal, montrant les divisions du Système du Cap en discordance sur le Système primaire. — Echelle des longueurs 1/750.000e.

10, Grès du Waterberg ; 10_2, Conglomérat de base ; 8, Granite rouge ; 7, Norite ; Cg, Calcaire à grossulaire ; 6, Schistes ardoisiers, grès, quartzites et diabases de la série de Prétoria ; 5, Dolomies, calcaires et silex de la série des dolomies ; 4, Quartzites, grès, schistes et grauwackes de la série du Black-reef ; 2, Granite ancien ; 1, Schistes crystallophylliens fortement redressés, du Système primaire Sud-Africain.

inclinaison vers l'ouest, allant en augmentant de 7° à 25°. Enfin dans les montagnes de Botha et dans le pays de Secoecoeni, le granite rouge recouvre la série de Prétoria, avec à sa base des syénites et des norites accompagnées de gisements de magnétite. La même suite se rencontre dans les montagnes de Makapan (fig. 10). A Button'skop la série du Black-reef avec pendage vers l'ouest, repose en discordance sur les schistes dans lesquels se trouve la mine d'or d'Eersteling et sur le granite ancien. Au-dessus du Black-reef vient la dolomie, surmontée par les couches de Prétoria et, à la partie supérieure, près de Piet-Potgietersrust, par le granite rouge, ayant encore une fois à sa base de la norite. Cette norite donne naissance, près de ce dernier village, à des collines fracturées, ayant l'aspect des collines dites Zwartkoppies et Pyramides, sur le versant nord du Magaliesberg.

Le tableau comparatif suivant donne les principaux caractères du granite ancien et du granite rouge.

Granite ancien	Granite rouge
Généralement couleur grise plus ou moins foncée, assez rarement couleur rouge [1].	Presque toujours couleur rouge.
Dans la majorité des cas granite à biotite ou granite à biotite et amphibole, assez souvent aussi granite à deux micas et rarement granite à muscovite.	Généralement granite à amphibole et biotite, quelquefois granite à amphibole et rarement granite à biotite. La muscovite n'a jamais été rencontrée.
Elément feldspatique représenté en grande partie par du microcline et du plagioclase.	Elément feldspatique représenté presque exclusivement par l'anorthose et l'orthose.
Structure micropegmatoïde inconnue.	Structure micropegmatoïde en général admirablement développée et caractéristique.
Veines à pegmatite très communes donnant à la roche une apparence entrelardée.	Veines de pegmatite pas encore rencontrées.
Roches de profondeur toujours exclusivement de la famille granitique.	Roches de profondeur de la famille granitique, de la famille syénitique et de la famille gabbroïque, associées au granite rouge suivant une certaine loi.
Roches pouvant être regardées comme des représentants d'épanchement de la famille du granite, inconnues.	Dans le terrain du granite rouge on trouve assez souvent des roches très diverses, pouvant être regardées comme des types d'épanchement des familles de roches de profondeur ci-dessus.

1. J'ai trouvé des variétés rouges du granite ancien, assez rares, dans le massif de Vredefort, dans quelques localités du district de Vrijheid, et grâce à des forages, sur la propriété Vlakfontein [442], près du Modderfontein G. M. Co.

On ne trouve guère, sauf tout près du contact avec les schistes environnants, de ségrégations des éléments les plus basiques.	On voit aussi bien sur une grande que sur une petite échelle la ségrégation des éléments les plus basiques se présenter d'une manière très marquée. C'est ainsi qu'on trouve l'amphibole dans le granite rouge (qui du reste est assez pauvre en éléments foncés) accumulée dans des masses de diverses dimensions, qui devraient être nommés des amphibolites (*hornblendefels*). La distribution relative des granites rouges, des syénites, des norites et des gîtes métallifères dans ces norites peut être imputée à des phénomènes de ségrégations (Voir plus loin).
Schistes crystallophylliens assez répandus dans la zone du granite ancien. Ils forment souvent des bandes d'une grande étendue et dans le voisinage le granite a souvent une structure parallèle et se transforme en des variétés gneissiques ou amphibolitiques.	Schistes cristallophylliens inconnus dans la zone du granite rouge.
Nombreux dykes de diabase.	Dykes de diabase manquant ou assez rares.

Ce tableau montre jusqu'à l'évidence que le granite ancien et le granite rouge sont des éléments si fondamentalement différents qu'ils ne peuvent être l'un l'équivalent de l'autre. Il est d'ailleurs impossible de les confondre lorsqu'on a vu leur gisement et l'aspect qu'ils impriment au paysage.

Syénites. — En outre du granite rouge on trouve en abondance, dans le Boschveld, d'autres types de roches de profondeur non moins intéressantes, telles que la syénite à néphéline (éléolite), la syénite à anorthose et la norite.

La syénite à éléolite qui, entre autres, forme un massif d'une étendue médiocre sur les propriétés Zeekoegat [287] et Leeuwfontein [320], au nord des Magaliesbergen, est représenté par toute une série de variétés, dont les types grenus peuvent être comptés parmi les représentants les plus beaux, jusqu'à présent connus, de cette roche. Leur surface offre un aspect curieux ; elle est creusée de petits trous soit hexagonaux, soit quadratiques, empreintes en creux des grands cristaux de néphéline, qui, se décomposant plus facilement que le reste de la roche, ont complètement disparu. A une petite profondeur, l'éléolite est parfaitement inaltérée. Les grands cristaux d'anorthose, des macles de Carlsbad

très aplaties suivant (010) sont orientées presque parallèlement. Cette disposition donne à la roche entière une sorte de clivage [1].

La syénite à anorthose, type pour lequel M. Henderson [2] a proposé le nom de *hatherlite*, forme des massifs nombreux et de grande étendue. Je les ai trouvés au nord des Magaliesbergen sur les propriétés Waterval [125], Leeuwfontein [320] et Zeekoegat [287] et, sur le versant nord du Botha's-berg, dans la propriété Blinkwater [77].

Ces massifs de syénite présentent des types syénitiques très variés, parmi eux la syénite à titanite et la syénite à pistacite, cette dernière étant une variété de décomposition assez répandue.

Norite et magnétite. — A la périphérie de la zone du granite rouge on trouve presque partout des norites, dont les gisements se reconnaissent aisément dans la topographie aux formes bien accentuées des collines formées par cette roche. On les a trouvées au nord de Zeerust, à Alewijnspoort [210] (district de Marico), au nord de Rustenburg et de là dans une zone presque ininterrompue, les Zwartkoppies, le long du versant nord des Magaliesbergen, jusque dans les environs de Prétoria, sur le versant nord des Botha's bergen (district de Middelburg) et près de Piet-Potgietersrust, le long du versant occidental des montagnes de Makapan.

Ces norites sont de belles roches qui présentent plusieurs variétés, tantôt à enstatite, tantôt à hypersthène ou bien à hypersthène et diallage. Elles ont été l'objet d'une étude détaillée pétrographique et chimique par M. Henderson [3]. Des pyroxénites, composées uniquement d'enstatite, sont souvent combinées à la

1. Jusqu'alors la néphéline avait été trouvée dans le Transvaal par Cohen, seulement dans une syénite près du Hexrivier, dans la rangée du Zwartkoppies, située également au nord des Magaliesbergen. Cette syénite à néphéline a été décrite par M. Wülfing; la néphéline n'y est visible qu'au microscope.

Voir E.-A. Wülfing, **53**, p. 16.

2. M. Henderson a donné une très bonne description de cette roche. Je l'ai également étudiée en plaques minces et je serais tenté de lui donner le nom de *syénite anorthosique à amphibole et pyroxène* (*Anorthoklas-Amphibol-Pyroxen-Syenit*). Henderson préfère appliquer des noms séparés aux roches à anorthose et propose dans ce cas le nom de *Hatherlite*. Ce nom serait bon s'il n'y avait erreur de localité; cette roche affleure, il est vrai, non loin de l'ancienne fabrique de poudre et sur l'emplacement de l'ancienne fabrique de dynamite dans la propriété Leeuwfontein [320], mais cette fabrique n'a rien de commun avec la « Eerste Fabrieken » ou la fabrique de Hatherley, qui est située au versant sud des Magaliesbergen sur les affleurements de la série de Prétoria. Voir J.-A.-L. Henderson, **24**, p. 45 et suivantes.

3. J.-A.-L. Henderson, **24**, p. 10-42.

norite. A Alewijnspoort (district de Marico) [1], ces roches à enstatite sont grenues, à grains de dimensions médiocres, tandis que dans les collines, dites Pyramides, au nord de Prétoria, elles sont composées de cristaux d'enstatite d'une longueur qui dépasse souvent dix centimètres. Ces norites ont une importance économique; en effet, des amas lenticulaires de magnétite fortement attractive et très pure leur sont associés, formant des gîtes métallifères d'une très grande étendue.

Ce sont les meilleurs gîtes ferrifères du pays. Il n'est pas difficile de prouver que la magnétite est un produit de ségrégation de la norite, car on peut observer partout que la teneur en magnétite, dont la présence comme constituant normal est toujours constatée sous le microscope, va en augmentant, à mesure qu'on s'approche des amas de magnétite pure; enfin tous les éléments de la norite étant disparus, sauf la magnétite, il reste un minerai de magnétite pure. Il est certain, que, lorsque, dans l'avenir, l'industrie du fer se développera dans le pays, ces gisements atteindront une importance considérable.

J'ai trouvé des gisements de chromite associée à la norite dans quelques localités, par exemple sur la propriété Zilikatsnek [379], au nord du Magaliesberg. Ces gisements sont très peu étudiés et on ne saurait encore se former une idée de leur étendue ou de leur importance.

Pour ce qui est des relations entre eux des types principaux de ces roches, on constate que le granite rouge occupe le centre de ce vaste terrain plutonien et que les autres types sont restreints à la zone périphérique; la norite doit être recherchée dans la zone la plus périphérique et une bande de roches syénitiques, qui ne sont cependant pas développées d'une manière aussi régulière et aussi uniforme que la norite, la sépare du granite. On trouve donc, en schématisant les faits, dans cette immense formation plutonienne une succession de roches de plus en plus basiques en se dirigeant du centre à la périphérie.

En outre des roches intrusives de profondeur cette même région est très riche en roches éruptives de types fort différents. Dans une partie du domaine du granite rouge, c'est-à-dire dans le district du Waterberg, on trouve associé au granite rouge des types porphyriques. On y trouve quelquefois, comme à Magalakwiens-oog, des porphyres pétrosiliceux à quartz globulaire, et plus communé-

1. Nous devons à M. Henderson, **24**, p. 38-41, une description pétrographique et une analyse de cette belle roche.

ment des felsophyres. Les porphyres à pinitoïde de ce district sont très caractéristiques, ce sont des felsophyres, dans lesquels les phénocristaux de feldspath sont entièrement altérés en pinitoïde, le tout formant une belle roche rouge à taches vertes.

Bien plus importantes et bien plus variées sont les roches d'épanchement qu'on trouve près de la périphérie du Boschveld. Parfois ce sont des porphyres, qui pourraient être regardés comme le faciès éruptif des syénites et des norites, comme par exemple le type porphyrique de syénite à anorthose des Pilandsbergen (district de Rustenburg), décrit par M. Henderson [1] sous le nom de *pilandite*. Mais en général les relations sont plus complexes.

Citons comme preuve ce qu'on trouve dans la coupe le long du fleuve Pienaar, sur le versant nord du Magaliesberg.

On voit sur la propriété Baviaanskloof les quartzites supérieurs du Magaliesberg traversés par de nombreux dykes de composition très variée et, plus au nord, sur la propriété Zeekoegat [287], on voit ces mêmes strates recouvertes en concordance apparente par des dépôts éruptifs stratifiés, des brèches et des agglomérats éruptifs, des tufs silicifiés, des lits de scories transformés en brèches de roches amygdaloïdes, tous ces types alternant avec des bancs assez épais de roches porphyriques très variées, ressemblant tantôt à des rhyolithes et à des felsophyres, tantôt à des andésites à amphibole, tantôt à des basaltes, tous représentants d'anciennes coulées de roches d'épanchement.

L'intrusion et les éruptions des roches de cette série plutonienne doivent avoir été accompagnées par des émanations gazeuses. Dans le granite rouge les gaz, qui se dégageaient, ont été chargés de composés fluorés. En effet la fluorine est associée régulièrement aux roches d'épanchement du groupe du granite rouge, et elle est un des minéraux les plus constants dans les cavités de ces roches. Mais il en résulte aussi que la majorité des filons qui parcourent le granite rouge sont des gîtes d'émanation. Dans le district du Waterberg, par exemple, le massif des porphyres quartzifères et des felsophyres est recoupé par de nombreux filons. La gangue est bréchiforme et consiste en fragments des murs, sur les parois desquels ont cristallisé les cristaux de quartz en rosette. Le vide restant est occupé par de l'hématite seule ou par de l'hématite et de la fluorine. Dans quelques localités, par exemple à Welgevonden, les filons sont plus importants : on constate alors que la partie du filon, voisine du toit, est entièrement composée de quartz, tandis

1. J.-A.-L. Henderson, **24**, p. 46.

que la partie voisine du mur est composée de fer oligiste, de fluorine et de quartz. L'épaisseur du fer oligiste avec fluorine varie de 1 à 3 mètres. Ce fer oligiste est très pur et le quartz qui l'accompagne est aurifère. On en a tenté l'exploitation, mais la proportion d'or est trop variable pour que l'on ait obtenu des résultats satisfaisants.

La même gangue de quartz et de fer oligiste a été trouvée dans l'Albert-silver-mine, située dans le granite rouge, à 75 kilomètres est-nord-est de Prétoria. Le principal minerai de cette exploitation est une bornite argentifère.

En outre, dans les autres veines de la série plutonienne du Boschveld, l'influence des émanations gazeuses est révélée par ce fait que les roches en contact avec les filons sont profondément imprégnées par des composés métalliques. Ce phénomène est constaté, par exemple, dans les filons qu'on rencontre sur le versant nord du Botha's berg, sur les propriétés Rhenosterhoek [110] et Laatste-drift [82]. Ces filons traversent la syénite à anorthose et la norite et contiennent des minerais sulfurés de fer, de cuivre et même, dans la dernière localité, des minerais de cobalt. Une imprégnation profonde des murs de granite rouge a été constatée, dans le filon aurifère de l'Albert-silver-mine, mentionnée plus haut. Les gîtes minéraux dans le Boschveld sont du reste encore peu connus et n'ont pas été étudiés méthodiquement [1].

Cette série plutonienne offre, abstraction faite de la géologie locale, un intérêt général, parce qu'elle augmente nos connaissances en ce qui concerne l'étude de l'influence des masses intrusives et éruptives sur la tectonique des strates au travers desquelles elles se frayent un passage. On trouve là un curieux exemple de phénomènes, sur l'origine desquels les opinions émises actuellement varient et diffèrent des opinions anciennes.

Au commencement de ce siècle la majorité des géologues, après Léopold de Buch et Elie de Beaumont, pensaient que les chaînes de montagnes résultaient de soulèvements produits par l'ascension des roches plutoniennes, qu'on rencontre généralement sur leur axe central, comme par exemple dans les Alpes, où elles forment les cimes culminantes. Les roches plutoniennes étaient ainsi, par leur ascension, la cause directe du redressement et du

1. Je n'ai pu moi-même visiter que quelques-uns des gisements signalés ici et je dois la plupart des renseignements ci-dessus à M. Dorffel, ingénieur des Henderson's Transvaal Estates Limited, compagnie propriétaire de tous les gisements de cobalt découverts jusqu'à ce jour au Transvaal.

refoulement des couches sédimentaires, qui s'appuient contre le noyau cristallin.

Plus tard, lorsque l'étude des terrains volcaniques eut montré que les strates, à travers lesquelles les roches éruptives se font jour, ne sont guère disloquées, et après qu'on eut étudié de plus près la tectonique des chaînes de montagnes, on se convainquit de plus en plus que ces roches plutoniennes jouaient un rôle vraiment passif dans la genèse des accidents orogéniques. C'est à cette époque que fut publiée la découverte des laccolithes dans les Henry-mountains. On ne put nier que, le soulèvement des terrains, qui forment la couverture sédimentaire de ces intumescences, était bien dû, directement, à l'intrusion de masses trachytiques. Plus tard on constata que l'affaissement, l'effondrement de strates préexistantes dans un magma intrusif, peut produire des perturbations tectoniques considérables, phénomènes décrits magistralement dans l'œuvre classique de M. Brögger sur les phénomènes plutoniques dans le bassin de Christiania. En même temps que se développaient ces idées, le rôle joué par les roches intrusives et éruptives était mieux délimité. On admettait, que l'influence des roches nettement éruptives sur la position des strates environnantes était presque nulle, tandis que celle des roches intrusives était, au contraire, généralement considérable.

L'étude des intrusions du Boschveld, au Transvaal, montre que la position des terrains stratifiés environnants est considérablement modifiée, et que tous ces accidents tectoniques peuvent être regardés comme les conséquences, tantôt de l'intrusion même d'une énorme masse de magma, tantôt de mouvements d'affaissement dans ce même magma.

Les modifications apportées aux couches du Système du Cap par l'intrusion de la série plutonienne du Boschveld peuvent être résumées ainsi :

a) En premier lieu les roches du Système du Cap, et plus spécialement celles de la série de Prétoria, dont la zone de contact avec les roches intrusives est presque la seule accessible, sont modifiées à de grandes distances par le métamorphisme de contact. Il est vrai que, dans les quartzites du Magaliesberg, ce métamorphisme est peu ou pas apparent, mais dans les argilites sous-jacentes l'effet est très marqué. Celles-ci sont très fréquemment altérées en phyllades noduleuses, chargées d'andalousite ou de chiastolite. Les schistes à chiastolite des environs de Zeerust (district de Marico)

sont bien connus [1], mais les schistes de Kromdraai [422] (district de Middelburg), sont encore plus beaux ; ce sont des phyllades micacées noduleuses, chargées de staurotide et d'andalousite. La staurotide y forme des macles en croix de Saint-André très nettes et l'andalousite s'est développée en prismes de 5-8 centimètres de longueur, extrêmement frais, roses et pellucides. Des lambeaux, quelquefois de grandes dimensions, de couches de la série de Prétoria, sont assez souvent rencontrés, entièrement enveloppés par les roches intrusives : dans ces cas, réalisés dans la région au nord du Magaliesberg et à l'est du fleuve Pienaar, le métamorphisme de contact est très intense et les quartzites eux-mêmes sont fortement altérés, endurcis et épidotisés.

b) En outre, de nombreux dykes traversent le Système du Cap tout autour du massif intrusif du Boschveld ; leur composition est très variée, mais leur étude est à peine commencée. Souvent ils pénètrent dans le Système du Cap jusqu'à de très grandes distances. C'est ainsi que le fameux dyke de Wonderfontein, mentionné déjà par Hübner (voir ci-dessus, p. 42), est formé par une magnifique variété de syénite à anorthose, qui traverse la dolomie et est largement exploitée pour la construction des édifices à Johannesburg. Souvent ces dykes sont très riches en fragments arrachés aux couches du Système du Cap. Ces fragments sont alors fortement métamorphisés ; quelquefois aussi ces mêmes fragments sont si nombreux que l'on a de vraies brèches éruptives, dans lesquelles la substance éruptive joue le rôle effacé d'un ciment. Un très bel exemple de ces brèches éruptives est la brèche de Derde-Poort [469], à huit kilomètres nord-est de Prétoria. C'est un dyke épais, traversant la chaîne du Magaliesberg ; il renferme en abondance des fragments, souvent de grandes dimensions, de dolomie recristallisée et quelquefois chargée de grossulaire et d'autres roches de la série de Prétoria, énergiquement métamorphisées. Le ciment éruptif de cette roche est caractérisé par de grandes plaques de biotite.

c) Les dislocations tectoniques qui se sont produites dans le Système du Cap, durant la période d'activité plutonienne, sont des plus instructives. Les strates de ce Système, à une certaine époque, se sont affaissées dans et au-dessous du magma interne et il est résulté de cet effondrement, que, tout autour du bassin plutonique, les strates du Système du Cap s'inclinent vers un

1. Voir pour leur description **30**, p. 202.

centre commun. De fait, l'inclinaison, facilement observable, surtout dans les couches de Prétoria, est partout dirigée vers le Boschveld (voir la carte, Pl. I).

Le cas le plus simple se trouve représenté dans la coupe schématique du granite ancien entre Prétoria et Johannesburg au nord (Pl. II, Coupe 1). On voit tout le Système inférieur du Cap courbé et affaissé simplement, sous la série plutonienne, en conservant la succession normale ininterrompue de ces strates. Cette simplicité se maintient de Prétoria à l'ouest, jusqu'aux environs de Rustenburg et la figure représente exactement ce qu'on peut observer en allant de Prétoria, directement vers le nord par le Wonderboomspoort. Mais à l'est du Wonderboomspoort cette allure primitive si simple ne persiste pas longtemps et au-delà, dans la vallée du fleuve Pienaar, on constate déjà un mode d'affaissement différent du précédent (fig. 11). Il s'est formé une série de cassures parallèles, de failles à gradins (*Staffelbrüche*), dans le bloc affaissé du Système du Cap et par suite on rencontre une série de collines, formées de strates du Système du Cap, dirigées toutes dans la même direction, parallèlement à la périphérie de la zone plutonienne, et séparées l'une de l'autre par des vallées, dans lesquelles on peut trouver les affleurements de roches appartenant à la série du Boschveld. Ces collines ont tous leurs escarpements faisant face au sud, tandis que leurs versants septentrionaux ont une pente très faible. En règle générale, elles sont formées exclusivement de couches de la série de Prétoria, mais il peut arriver, si le rejet d'une de ces failles est exceptionnellement fort, que la dolomie vienne affleurer à son tour sur l'escarpement.

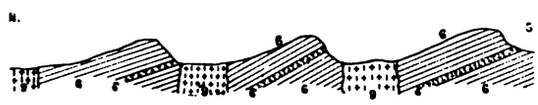


Fig. 11. — Coupe théorique montrant le mode d'affaissement de la série de Prétoria vers le Boschveld et les failles à gradins (*Staffelbrüche*), dont les fentes sont injectées de roches éruptives variées, appartenant toutes à la série plutonienne du Boschveld.

9, Roches éruptives de la série plutonienne du Boschveld ; 6, Quartzites et grès du Magaliesberg ; 8, Diabases intercalées.

Gîtes métallifères. — Il n'est pas étonnant qu'une région aussi tourmentée par les forces intérieures soit très riche en dykes et en filons métallifères. En réalité je crois que tous les filons métallifères rencontrés avec une direction moyenne ouest-est, dans diverses zones parallèles, tantôt dans les couches de la série de Prétoria,

tantôt dans des roches appartenant à la série plutonienne du Boschveld, à l'est du fleuve Pienaar (districts de Prétoria et de Middelburg), sont liés d'une manière plus ou moins directe aux dislocations dont je viens de parler.

Ces gîtes métallifères sont disposés dans les zones suivantes à peu près parallèles, suivant une direction moyenne est-ouest.

α) La zone de la Willows-silver-mine, des mines de Boschkop [295], de Oudezwaanskraal [537] et de la Transvaal-silver-mine, toutes situées dans le même niveau géologique, c'est-à-dire dans les argilites, entre le quartzite de Daspoort et les quartzites du Magaliesberg. Ce sont de vrais filons de cassure à peu près verticaux. Les fentes sont le plus souvent, ce qu'on peut observer le mieux dans la Willows-mine, partiellement remplies de diabase formant un dyke, et pour le reste plus ou moins minéralisé. La gangue identique de tous ces filons est une sidérose possédant une teneur assez forte en magnésie et en manganèse. Ce carbonate est, à l'état frais, de couleur brunâtre très claire, et passe rapidement par l'action des agents atmosphériques, au brun foncé et plus tard au brun noirâtre. Le minerai est formé par de la chalcopyrite, de la pyrite, de la tétraédrite à antimoine (panabase), de l'azurite [1] et de la malachite: à cette association de minéraux vient se joindre, dans le filon d'Oudezwaanskraal, l'arsénopyrite et dans le filon du Transvaal-silver-mine, de la galène, de la cérusite et de la crocoïse. Les minerais de ces filons renfermant de l'argent sont connus comme mines de ce métal. L'argent se trouve surtout dans la tétraédrite. Ces mines ont été activement exploitées il y a une dizaine d'années, mais elles sont maintenant abandonnées et il est impossible d'en étudier les gisements en détail.

β) La zone des filons plombifères situés dans le niveau supérieur des quartzites du Magaliesberg. Les fentes sont en partie injectées par une diabase, et en partie remplies de minerai de plomb; on y trouve du quartz, de la calcite, de la galène, de la pyromorphite, de la cérusite et, en très petites quantités, de la blende et de la calamine. Je citerai comme type, dans cette zone, le filon plombifère situé sur la propriété Edendale [458] (district de Prétoria). Des filons

1. L'azurite de la Willows-mine est bien cristallisée et ses cristaux modifiés sont fort beaux. Voir G.-A.-F. Molengraaff, **29**, p. 156. Les cristaux de cérusite, qui sont décrits dans cette communication comme provenant du Willows-mine, ont été en réalité trouvés dans la Transvaal-silver-mine, comme j'ai pu, plus tard, le constater moi-même.

identiques m'ont été indiqués sur cette zone dans le district de Rustenburg, mais je ne les ai pas visités moi-même.

γ) La zone des filons de cobalt de Balmoral. Ces filons sont situés dans le même niveau géologique que la zone précédente, c'est-à-dire dans la partie supérieure des couches du Magaliesberg, et il est probable que ces deux zones sont identiques, et que la même série de cassures est remplie de minerais de plomb dans les environs de Prétoria et de minerai de cobalt plus à l'est.

La gangue dans ces filons est une espèce de roche cornée, largement imprégnée de cristaux d'actinote et de smaltine, dont toutes les petites fissures sont tapissées de cristallisations d'érythrine.

δ) La zone de filons située dans la norite à la base de la série plutonienne du Boschveld. Sur la propriété Laatste-drift [82] (district de Middelburg) on trouve, dans ces filons, de la pyrite, de la chalcopyrite et de la smaltine. Ils renferment une forte proportion d'or se chiffrant à 8 à 10 *onces* par tonne. A Rhenosterhoek [110] (district de Middelburg), un filon analogue est entièrement rempli de pyrite massive très pure. La norite encaissant ces filons est complètement imprégnée de sulfures.

ε) La zone de filons cuprifères dans le granite rouge qui renferme la Albert-silver-mine à 85 kilomètres est-nord-est de Prétoria. Le filon est vertical avec une direction est-ouest. Le mur est formé par un granite porphyritique à anorthose. La gangue consiste en quartz et fer oligiste. Le minerai principal est une bornine argentifère, qui est accompagnée de chalcopyrite, de cuprite, de chalcosine, d'azurite et de malachite. Le filon est en partie injecté de diabase.

La teneur en argent de la bornine de cette mine s'élève à 40 *onces* par tonne. On a trouvé, dans les environs, des filons analogues et parallèles : celui de la propriété Roodepoort [359] mérite d'être mentionné. La gangue de ce filon est une sidérose, ayant une forte teneur en magnésie et en manganèse, identique à celle de la zone du Willows-mine, ce qui montre bien la parenté de ces zones de gîtes métallifères. Des gisements analogues ne sont pas rares dans le district de Rustenburg.

Le gisement riche en cobalt de la propriété Kruisrivier [85], dans le district de Middelburg [1], paraît être situé dans la zone des quartzites supérieurs du Magaliesberg. Le minerai est de la smaltine, renfermant de 3 à 4 *onces* d'or par tonne. Cet affleurement

1. H. Ohmichen, **37**, p. 271.

d'un lambeau de rocher [1], appartenant au Système du Cap, environné de tous côtés par la série plutonienne du Boschveld, doit probablement être expliqué par des accidents tectoniques du même ordre que ceux que nous avons décrits plus haut (voir page 58).

Maintenant que nous avons montré qu'il semble exister une relation entre les mouvements d'affaissement du Système du Cap et la formation du bassin plutonien du Boschveld, il n'est pas moins intéressant de noter que, sous l'influence de ces mouvements, des tensions se sont développées, qui ont favorisé des dislocations tectoniques très complexes, des plissements et des failles obliques à grand rejet. C'est ainsi que s'est formé le grand pli des couches du Système du Cap, séparant, suivant la direction approximative O.S.O.-E.N.E., le bassin plutonien du Boschveld de celui du Waterberg. Ce pli forme le prolongement au sud-ouest des montagnes de Makapan et disparaît ensuite sous des dépôts plus récents. C'est probablement le prolongement de ce même pli qui affleure de nouveau dans les collines situées un peu à l'ouest de Buiskop, dans l'angle sud-ouest du district du Waterberg. Mais il est bon de dire que le calcaire dolomitique et les quartzites et grès superposés qu'on trouve dans ces collines et qui seraient les représentants de la série des dolomies et de celle de Prétoria offrent, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, des différences considérables avec les types normaux de ces roches. Il est clair que, si cette interprétation est exacte, les couches du Système du Cap, sur les deux flancs de ce pli, se sont affaissées dans le magma plutonien.

Tous ces phénomènes de tension se manifestent d'une façon très remarquable, aussitôt que la périphérie du terrain plutonien forme un angle rentrant. C'est ce qui arrive à une vingtaine de kilomètres à l'est-nord-est de Prétoria, près de Franspoort. On voit la chaîne du Magaliesberg, dont la direction était ouest-est au nord de Prétoria, se recourber brusquement au sud-est. De même les deux autres rangées de collines de la série de Prétoria, la rangée du Daspoort et la rangée du Time-ball se courbent parallèlement à la première. L'inclinaison des strates reste dirigée vers le granite rouge, c'est-à-dire qu'elle se modifie en même temps que la direction des rangées de collines, du nord au nord-est. Ces mouvements complexes ont créé des forces orogéniques qui, dans la rangée

1. Ce lambeau est trop petit pour pouvoir être indiqué à l'échelle de la carte (Pl. I).

extérieure de la courbure, la chaîne du Magaliesberg, ont dû amener une extension en longueur ; la chaîne du Magaliesberg s'est fracturée ; les fentes ont formé ces gorges naturelles, appelées par les boers *poorten* [1], et suivies par les chemins de pénétration. Généralement ces fentes sont injectées de matière éruptive et on y doit chercher un grand nombre des dykes intéressants qui rayonnent du terrain plutonien du Boschveld. C'est ainsi, entre autres, que la belle brèche de Derde-Poort est injectée dans la fente qui traverse la chaîne de Magaliesberg à Derde-Poort. Dans les deux rangées intérieures de la courbure, les forces orogéniques ont eu un effet contraire ; elles se sont manifestées par de fortes pressions dans un sens un peu oblique à la direction des strates ; la production de failles très obliques à grand rejet en a été le résultat. J'ai pu constater [2] que le groupement si pittoresque des collines, dans les environs de Prétoria, aussi bien que l'origine des magnifiques sources de l'Aapiesrivier sont dus à ces accidents.

Par analogie, on peut supposer à bon droit qu'il existe, entre les divers terrains du Système du Cap, des relations très intéressantes partout où la périphérie du terrain plutonien forme une courbe très convexe, forçant la ligne d'affleurement du Système du Cap à se courber dans le même sens ; comme au nord de Lijdenburg, près du fleuve Olifants, où on voit la direction du Système du Cap qui est à Lijdenburg N.-S., se couder brusquement à angle droit pour devenir dans les montagnes de Chunie O.-E. et même O.S.O.-E.N.E. Les documents géologiques sur cette région font malheureusement défaut.

Roches amygdaloïdes du Boschveld. — Le granite rouge et les roches qui l'accompagnent sont recouverts, dans une partie du Boschveld, le *Springbokvlakte*, par une nappe énorme d'une roche amygdaloïde basique, dont les cavités sont remplies de calcite transparente, de zéolithes nombreuses, surtout de scolésite et de heulandite, d'agate et d'opale, cette dernière souvent sous la forme transparente appelée hyalite. Généralement cette roche amygdaloïde est masquée par des dépôts superficiels, c'est-à-dire par un tuf calcaire, à son tour en général couronné par une argile ou limon très riche en matière organique, à laquelle on a donné le nom local

1. *Poort* est un mot hollandais signifiant *porte* ; ce mot est très bien choisi ; on le retrouve avec le même sens dans la « *porta westphalica* » du Weser et dans le « *eiserner Thor* » du Donau.

2. Une étude topographique et géologique détaillée des terrains disloqués dans les environs de Prétoria était en préparation, avant la guerre, à Prétoria. J'en publierai les résultats ultérieurement.

de *turf* ou tourbe. Les excavations faites pour l'exploitation du tuf calcaire destiné à une fabrique de ciment près de Prétoria, aussi bien que les tranchées le long du chemin de fer de Prétoria à Nijlstroom, ont prouvé que partout dans le Springbokvlakte cette roche amygdaloïde, à laquelle j'ai donné le nom de *roche amygdaloïde du Boschveld*, se trouve au-dessous de ces dépôts superficiels. Cette nappe, à laquelle le Springbokvlakte doit sa surface absolument plate [1], embrasse approximativement une surface de 3410 kilomètres carrés. L'épanchement de la roche amygdaloïde du Boschveld doit avoir été postérieur à l'intrusion du granite rouge, et on ne s'avancerait pas trop, en regardant cet épanchement comme la phase de clôture de la période d'activité plutonienne dans le Boschveld.

Historique des intrusions. — Quant aux centres d'éruptions dans le Boschveld, nous ne pouvons pas encore les localiser. Seulement il me paraît probable que la saline, située à environ 40 kilomètres au nord de Prétoria, sur la propriété Zoutpan [467], qui possède une forme en cratère presque parfaite [2], constitue l'un de ces centres. Sa situation au milieu de roches de granite rouge à gros grains, bien certainement d'origine intrusive, nous force à supposer que les produits éruptifs déposés autour de ce centre ont été déja déblayés entièrement par les phénomènes de dénudation.

En l'état actuel de nos connaissances, qui embrassent des parties trop éloignées de la région, l'ordre chronologique des phases éruptives dans le Boschveld ne peut être que soupçonné. Il semblerait que cette activité a commencé par l'intrusion d'un magma riche en soude dans les couches du Système du Cap, dont la position devait être alors plus ou moins horizontale. Dans ce massif, qui pouvait être en forme de laccolithe, la distribution du magma était telle que vers la périphérie la basicité augmentait, tandis que vers la partie centrale et supérieure le magma était acide et granitique. Plus tard le toit sédimentaire du massif intrusif fut détruit et les couches du Système du Cap s'affaissèrent de tous côtés dans le magma plutonique. Ces couches furent alors courbées, fracturées et plissées, et, les fentes et les failles furent injectées des matières éruptives que l'on rencontre aujourd'hui, sous forme de dykes, au travers des assises du Système du Cap. En même temps

1. Le Springbokvlakte est la seule véritable plaine du Transvaal ; les plaines monotomes du Karroo supérieur elles-mêmes offrent à côté d'elle un aspect onduleux. Elle est située à 1.000 mètres environ au-dessus du niveau de la mer.

2. Voir la description et les figures données par M. E. Cohen, 8.

les roches ascendantes se forçaient, çà et là, un passage vers l'extérieur et des couches de débris volcaniques alternant avec des coulées de laves se formaient. Il est bien probable que l'activité volcanique, postérieurement à ces affaissements, continua encore un certain temps et que c'est à cette dernière période qu'est due la nappe énorme de roches amygdaloïdes du Boschveld.

Les limites de la zone occupée par la série plutonienne ne sont pas encore entièrement tracées. Au sud-est (voir la carte, Pl. I), dans le district de Middelburg, elle est recouverte par les dépôts du Karroo et, dans le district du Waterberg, par le grès du Waterberg ; la partie septentrionale du bassin plutonien du Waterberg est du reste entièrement inexplorée. On peut estimer que la série plutonienne du Boschveld occupe au total une surface de plus de 60.000 kilomètres carrés. De cette énorme étendue, une cinquantaine de kilomètres carrés à peine ont été étudiés. Quelles découvertes pétrographiques [1] ne reste-t-il pas à faire dans les explorations futures !

5. — Grès du Waterberg

On trouve dans le district du Waterberg une formation gréseuse, qui repose sur le granite, sur le porphyre pétrosiliceux et sur le felsophyre du Waterberg. En général, ce grès affecte une position horizontale, mais, partout où le granite rouge où les porphyres sous-jacents forment des dômes, on voit les strates inférieures du grès appliquées sur ces élévations plus ou moins recourbées (Pl. II, coupe 1, et fig. 10). On retrouve cette même formation sur le granite rouge, ou du moins associée à des roches éruptives de cette série, dans les districts de Middelburg et de Prétoria, mais beaucoup moins développée que dans le district du Waterberg.

La série des grès de Waterberg est formée presque exclusivement de grès, et en partie de brèches et de conglomérats. Les schistes y jouent un rôle très effacé. A la base de cette série on trouve généralement quelques couches de conglomérats, qui ont une couleur rouge tacheté frappante. Ce conglomérat basal est composé de galets de diverses roches cimentées, souvent très peu arrondis. On trouve, parmi les galets, des jaspes rouges, des quartzites schisteux à magnétite [2], des quartzites schisteux à muscovite, des quartzites

1. Le musée du Service géologique de la République Sud-Africaine à Prétoria possède une très belle collection de roches de cette série, dont l'étude a été interrompue par la guerre.

2. La jaspe rouge et le quartzite à magnétite sont tous les deux des représentants de la Hospital-hill-slate, voir page 18.

blancs, du quartz, de la lydite; toutes ces roches appartiennent à la série de Barberton du Système primaire. C'est aux nombreux fragments de jaspe rouge que ces bancs de conglomérat doivent leur aspect rouge tacheté. Le ciment est arénacé ou quartziteux et contient généralement un peu d'hématite, de pyrite et de très rares traces d'or. En outre de ces conglomérats de base on trouve des galets répandus en petites quantités dans tout le complexe du grès. La couleur de ce grès est rouge, mais varie du blanc rougeâtre jusqu'au rouge foncé. Le grès rouge de Buiskop donne les meilleures pierres à bâtir connues dans le pays. Une stratification diagonale est très commune dans cette formation.

Les dykes de roches éruptives sont rares dans les grès du Waterberg; sur le plateau du Palala, j'ai trouvé quelques dykes de diabase et, en plusieurs localités, j'ai observé des dykes de felsophyres. En outre, des filons de quartz avec hématite, ressemblant beaucoup aux veines qu'on trouve dans les felsophyres sous-jacents, ne sont pas rares dans ce grès.

Le grès du Waterberg occupe un vaste espace dans le district du Waterberg et forme le plateau central de ce district, appelé plateau du Palala. Ce plateau est terminé au nord, au sud et à l'est par des escarpements. Celui du sud, connu sous le nom de Zandriviersbergen, a 105 kilomètres de long. L'altitude moyenne du plateau du Palala est 1400 mètres, et l'un des points culminants, le pic de Hanglip, atteint l'altitude de 1800 mètres.

L'épaisseur moyenne de la série des grès du Waterberg doit être estimée, dans le plateau de Palala, à 1000 mètres.

En dehors du plateau du Palala, le grès du Waterberg se présente sous forme de lambeaux plus ou moins isolés, qui, tous, ont la forme classique tabulaire des montagnes gréseuses. C'est ainsi qu'on trouve ce grès dans le Kranskop, près de Nijlstroom, dans les Badsbergen, au sud du district du Waterberg, dans les collines à sommets aplatis, près de l'Elandsrivier, et dans plusieurs localités du district de Middelburg [1].

J'ai trouvé sur le plateau du Palala, dans une grauwacke, placée très haut dans cette série de grès, des empreintes de tiges de Crinoïdes indéterminables; mais on n'a pas encore découvert le moindre fossile déterminable dans cette formation. En recher-

1. Sur la carte géologique de l'Afrique du sud de E.-J. Dunn, 14, ces grès dans le district du Waterberg et dans le district de Middelburg ont été réunis avec justesse dans la même formation, et séparés des grès et des quartzites de Lijdenburg plus anciens, aussi bien que des grès du Karroo plus récents.

chant la position de cette série par rapport aux autres formations du Transvaal on se heurte à de grands obstacles.

Il est bien certain que, jusqu'à présent, on a trouvé cette série de grès, dans le district du Waterberg, reposant toujours sur des roches de la série plutonienne du Boschveld. Mais, si on en déduit que la série des grès est plus jeune que la série plutonienne sous-jacente, on se trouve en présence de grandes difficultés, si l'on cherche à expliquer comment le felsophyre, qui traverse le grès du Waterberg çà et là en dykes, peut avoir avec le felsophyre sur lequel ce grès repose une analogie si grande, que ces deux roches semblent identiques même après l'examen le plus minutieux. Une autre difficulté provient du conglomérat de base. Sur les rives du fleuve Pienaar, dans le district de Prétoria, on trouve des bancs de conglomérats qui ressemblent, jusqu'à l'identité, aux conglomérats de base de la série des grès dans le district du Waterberg et semblent être intercalés ou du moins associés à des bancs de roches éruptives stratifiées de la série plutonienne. Pourtant on voit ces mêmes roches éruptives se continuer en forme de dykes à travers ces bancs de conglomérats. Cette contradiction apparente ne peut être expliquée qu'en admettant que les bancs de conglomérats étaient en réalité préexistants aux roches éruptives, mais furent engloutis et en partie traversés par ces mêmes roches éruptives.

On pourrait donner une explication plus ou moins satisfaisante de tous ces phénomènes, en admettant que la série du grès du Waterberg était originairement un étage du Système du Cap, déposé exactement en concordance sur la série de Prétoria, et que plus tard les roches de la série plutonienne du Boschveld se sont forcé, en forme de laccolithe, une place entre ces deux étages, la série de Prétoria formant la base et la série du grès du Waterberg formant le toit du laccolithe.

Mais nous pensons qu'il vaut mieux attendre de nouvelles études pour résoudre cette question. Nous admettrons, provisoirement, que la série du grès du Waterberg est l'étage supérieur du Système du Cap, en attendant que de nouvelles recherches fournissent les données nécessaires pour déterminer d'une manière plus précise leur position dans l'ensemble des formations successives de l'Afrique du Sud.

III. — SYSTÈME DU KARROO

Le Système du Karroo au Transvaal repose en discordance sur les formations précédentes plus anciennes et offre en général une position normale horizontale. Dans ce Système il faut distinguer deux subdivisions principales, le *Karroo inférieur* et le *Karroo supérieur*.

1. — Karroo inférieur

En général, les strates du Karroo inférieur sont horizontales, quoiqu'elles suivent plus ou moins les ondulations du terrain sur lequel elles sont déposées.

Dans toute l'Afrique australe les géologues ont accepté la subdivision du Karroo inférieur en deux étages, le *conglomérat de Dwyka* et les *couches d'Ecca*.

Le conglomérat de Dwyka est caractérisé par la présence dans sa masse de nombreux blocs et cailloux de provenances diverses, qui offrent des volumes variant depuis celui de simples grains jusqu'à ceux de blocs, pouvant peser plus d'une tonne. Ces fragments sont tantôt parsemés, tantôt réunis en un ensemble tassé et très serré, dans un ciment gris ou bleu très foncé à grains très fins, qui, exposé aux agents atmosphériques, se transforme en une argile gris-jaunâtre compacte. On ne peut, dans la disposition de ces débris, reconnaître aucun ordre et leur arrangement ne dépend nullement de leur volume ou de leur forme. Ils ont en général leurs arêtes arrondies, mais ne sont pas sphériques ou ellipsoïdes comme des galets, et ils sont fréquemment sur un

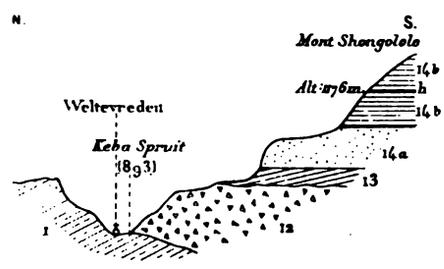


Fig. 12. — Coupe montrant la discordance du Système du Karroo sur le Système primaire dans le district de Vrijheid. — Echelle 1/15.000e.

Formation du Hoogeveld : 14 b, Grès supérieur ; 14 a, Grès inférieur ; — 13, Couches d'Ecca ; 12, Conglomérat de Dwyka ; 1, Couches de Barberton et schistes cristallophylliens ; h, Horizon houiller.

ou plusieurs côtés couverts d'un ou plusieurs systèmes de stries parallèles. Ce sont des blocs et des cailloux striés.

Cette courte description s'applique à la partie du Dwyka, disposée en bancs, pouvant atteindre une vingtaine de mètres d'épaisseur, qui ne montrent aucun indice de stratification. Alternant avec ces bancs non stratifiés, on trouve, dans cette même formation, des dépôts stratifiés contenant en quelques endroits des cailloux en grande abondance, tandis qu'ailleurs les cailloux sont rares ou absolument absents.

Les couches d'Ecca sont en général constituées par une boue fine, durcie, sans cailloux ; et il est très rare qu'on y trouve quelques gros blocs. L'*Ecca-shale* typique est une espèce d'argilite foncée, à grains très fins qui en raison de sa structure pseudo-sphéroïdale ou concrétionnée, se brise si facilement en petits fragments, qu'il est difficile d'en obtenir un morceau non fracturé de la grosseur du poing. Entre ces argilites friables alternent cependant, çà et là, des schistes ardoisiers, qui donnent une bonne pierre de construction. Tous les caractères distinctifs des couches d'Ecca se retrouvent dans les parties stratifiées du Dwyka et au point de vue pétrographique on pourrait dire que les véritables couches d'Ecca et le conglomérat de Dwyka sont interstratifiés.

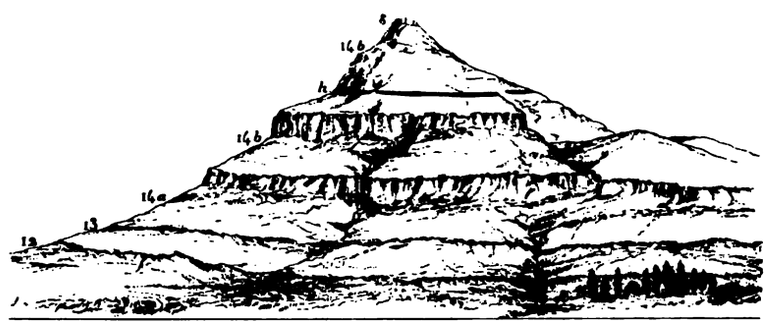


Fig. 13. — La montagne Gotshe et la propriété Mooiklip, vue du sud. — Même légende.

Le conglomérat de Dwyka a une importance plus que locale; il a attiré l'attention de tous les explorateurs qui se sont occupés du sol de l'Afrique du Sud.

M. Bain [1], M. Wyley et plus tard M. Moulle [2] le considéraient comme étant d'origine éruptive et lui donnaient respectivement

1. A. Geddes Bain, 1.
2. M. A. Moulle, 36.

les noms de *claystone-porphyry*, *trap-conglomerate* et *brèche mélaphyrique*.

M. Sutherland [1] fut le premier qui, en 1868, émit la théorie de l'origine glaciaire de ce remarquable conglomérat. Il le regardait comme un vaste dépôt morainique de l'époque permienne. Cette théorie fut acceptée très favorablement par les géologues qui s'étaient occupés de l'étude des sols de l'Inde et de l'Australie, mais pour l'Afrique du Sud elle ne fut pas admise sans conteste. Cependant MM. Griesbach [2], Stow [3] et Schenck [4] étaient les apôtres de cette théorie et lui donnaient un ferme appui. M. Dunn [5], tout en acceptant l'origine erratique des cailloux de Dwyka, le regardait comme un *drift* glaciaire, apporté et déposé là par des glaces flottantes.

M. Green [6] rejetait la théorie glaciaire et voyait dans le conglomérat de Dwyka un dépôt de plage formé le long d'une côte, qui se retirait durant une période de transgression. MM. Draper, Hatch [7], Sawyer et plusieurs autres géologues de la région donnaient la préférence à des théories, qui exigeaient une origine éruptive pour ce conglomérat.

Mes recherches dans le district de Vrijheid, pleinement confirmées plus tard par des études dans plusieurs autres districts du Transvaal et spécialement le long de la rivière du Vaal, dans le Griqualand-west, m'ont convaincu que le conglomérat de Dwyka et les couches d'Ecca doivent être indubitablement regardés comme des dépôts d'origine glaciaire, datant probablement de la période permienne.

Examinons d'abord quelle est la position de ces dépôts dans les régions qui m'ont fourni la majorité des documents, la province de Vrijheid et le Griqualand-west.

On pourrait discuter le synchronisme du dépôt du conglomérat glaciaire du Griqualand-west et du Transvaal occidental, de la partie méridionale de la Colonie du Cap, du Natal et enfin du Transvaal oriental et méridional, et la réunion de toutes ces formations sous le nom de *conglomérat de Dwyka*. Cependant on constate que partout ces dépôts glaciaires anciens reposent sur des

1. P.-C. Sutherland, **51**.
2. C.-L. Griesbach, **21**, p. 53.
3. G.-W. Stow, *Manuscrit inédit*.
4. A. Schenck, **45** et **46**.
5. E.-J. Dunn, **13**.
6. A.-H. Green, **20**, p. 243 et p. 267.
7. F.-H. Hatch, **23**, p. 100.

couches appartenant au Système du Cap ou au Système primaire et qu'ils sont couronnés par des couches du Karroo supérieur. Ce fait constaté me paraît une raison suffisante pour ne pas introduire un élément de doute dans la question du synchronisme des dépôts glaciaires des diverses régions de l'Afrique du Sud, doute qui ne ferait que compliquer un problème déjà ardu.

Le district de Vrijheid appartient au *Gebroken-veld* et la différence entre la partie occidentale et la partie orientale du district est grande. La partie occidentale est la continuation du *Hooge-veld*, quoique le caractère de haut plateau, qu'on trouve très typique plus à l'ouest soit ici fortement modifié par l'action érosive de nombreuses rivières. Dans leur cours vers l'est, jusqu'à l'Océan Indien elles divisent le pays en bandes de terrains élevés d'altitude de 400 pieds au-dessus du niveau de la mer, séparées les unes des autres par des vallées profondes. Ces vallées s'élargissent, se réunissent et deviennent de plus en plus nombreuses en allant à l'est, si bien, que finalement il ne reste plus que des lambeaux isolés de ces terrains élevés. La partie occidentale du district a donc l'aspect d'un haut plateau, entrecoupé de vallées profondes, tandis que la partie orientale est un pays bas plus ou moins accidenté, sur lequel s'élèvent, par places, des montagnes plus ou moins hautes, dont les sommets aplatis atteignent en général à peu près la même altitude que le plateau occidental.

Les cours d'eau principaux sont le Pongolo qui forme la limite entre ce district et celui de Piet-Retief, l'Umkusi, l'Umvolosi noir et l'Umvolosi blanc. Le premier et le dernier sont les plus puissants et se déroulent dans des vallées plus profondes que les autres.

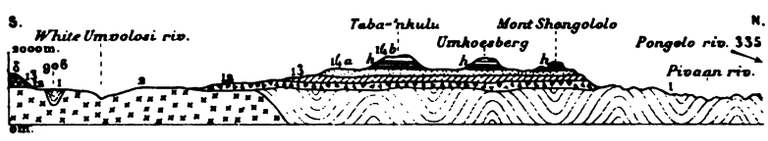


Fig. 14. — Coupe dans le district de Vrijheid, montrant le Système du Karroo superposé aux terrains primaires. — Echelle des longueurs 1/1.000.000e.

Formation du Hooge-veld : 14 b, Grès supérieur ; 14 a, Grès inférieur ; — 13, Couches d'Ecca ; 12, Conglomérat de Dwyka ; 2, Granite ancien ; 1, Couches de Barberton et schistes cristallophylliens ; h, Horizon houiller ; 5, Diabase.

Dans le district de Vrijheid on rencontre les formations suivantes : le Système primaire, représenté par des schistes cristallophylliens, la série de Barberton et des massifs de granite intrusif.

Les couches du terrain primaire sont toujours redressées, quel-

quefois jusqu'à la verticale, comme, par exemple, dans le district de Barberton.

Le terrain primaire affleure là seulement où l'érosion a fait assez de progrès pour enlever la totalité des assises du Karroo, qui le recouvrent horizontalement en discordance.

C'est ainsi qu'on doit chercher le terrain primaire en premier lieu au fond des grandes vallées du Pongolo et de l'Umvolosi blanc, mais cependant en dehors de ces vallées le terrain primaire vient affleurer en plusieurs points à travers la couverture des strates horizontales superposées du Karroo. Le Système du Karroo est très facile à étudier dans les nombreuses gorges des torrents qui le recoupent, en donnant de fort belles coupes naturelles, par exemple dans la gorge du Hlengeni, sur le versant nord de la montagne d'Ingomo [1].

L'étude comparative de ces coupes qui révèlent tous les caractères du conglomérat de Dwyka et des couches d'Ecca résumées plus haut, m'a conduit aux conclusions suivantes :

Le conglomérat de Dwyka, non stratifié, doit être considéré comme une moraine profonde au sens propre du mot, l'argile à blocaux d'un glacier gigantesque ou d'une calotte de glace de l'époque permienne, tandis que le Dwyka stratifié représente les dépôts glaciaires stratifiés, qui ont été déposés par les eaux de fonte du glacier au-dessous et au devant du glacier. Enfin les couches d'Ecca représentent les dépôts des torrents glaciaires et les sédiments amoncelés dans les lacs glaciaires du paysage morainique, principalement durant la période de fonte et de retrait du glacier ou de la calotte glaciaire. Les couches d'Ecca permiennes peuvent donc, quant à leur genèse, être comparées aux dépôts du loess diluvien de l'Europe qui, abstraction faite des changements et des remaniements qu'ils ont subis ultérieurement, paraissent avoir eu pour origine la boue glaciaire déposée par les cours d'eau de fonte des glaces durant la période de retrait des glaciers quaternaires.

Voici d'ailleurs quelques-uns des arguments qui militent en faveur de cette interprétation.

1° La surface des roches de la série de Barberton est burinée, polie et striée suivant une seule direction partout où elle était directement couverte par le conglomérat de Dwyka. La direction de ces stries est bien celle du mouvement du glacier ou de la

1. Voir G.-A.-F. MOLENGRAAFF, **33**, Pl. II, vis-à-vis p. 100.

calotte de glace, dont la moraine profonde burinait la surface des roches sous-jacentes. Cette moraine, solidifiée plus tard, est devenue le conglomérat de Dwyka.

Fig. 15. — Conglomérat de Dwyka (12) reposant sur les couches de Barberton (1) (propriété Doornpan [177], district de Vrijheid). La surface des schistes argileux quartzitiques de la série de Barberton est polie et striée dans la direction indiquée par les flèches. Le poli et les stries sont des plus nets au point K, où les schistes sous-jacents viennent d'apparaître sous le conglomérat de Dwyka. Le plan PP' ne correspond ni aux plans de stratification, ni aux plans de clivage des schistes.

J'ai moi-même observé ces stries glaciaires :

a) Sur la propriété Doornpan [177] (district de Vrijheid) dans les gorges de plusieurs ruisseaux, qui, se précipitant de la montagne du Hlangweni, ont creusé leur lit à travers le conglomérat de Dwyka et ont atteint la surface des argilites et des schistes ardoisiers durs et fortement redressés, appartenant à la série de Barberton (voir fig. 15 et pl. 1).

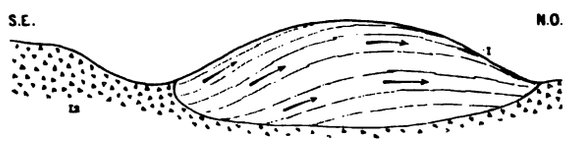


Fig. 16. — Roche moutonnée [quartzite de la série de Barberton (1)] émergeant du conglomérat de Dwyka (12) sus-jacent qui l'entoure. Le quartzite est poli et strié dans la direction indiquée par les stries et les flèches. (Propriété de Nauwpoort [556] district de Vrijheid).

b) Sur la propriété de Nauwpoort [556], près du Zwart-Umvolosi dans le district de Vrijheid, où quelques collines, formées par un quartzite de la série de Barberton, font saillie au travers du conglomérat de Dwyka, qui les entoure complètement. Ces collines, hautes d'une quinzaine de mètres, ont leur surface si parfaitement polie, que l'image du soleil s'y trouve réfléchie comme dans un miroir convexe. Il est impossible de gravir à cheval ces petites collines, parce que le sabot du cheval ne peut prendre prise sur leur sol. Ce sont, en définitive, de véritables roches moutonnées, dont toute la surface est non seulement complètement polie, mais aussi cannelée par de nombreuses et fines stries parallèles. Il est fort intéressant de noter,

que les stries sur ces collines ne sont pas limitées à un seul côté, celui d'où venait la pression, mais que toute la surface offre le même aspect; le poli et les stries ont donc été produites par

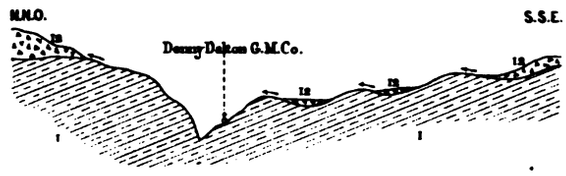


Fig. 17. — Conglomérat de Dwyka (12) reposant sur la surface ondulée des couches de Barberton (1) (propriété des Mines d'or de Denny-Dalton). La surface des grès schisteux, conglomérats et quartzites de la série de Barberton sous le conglomérat est polie et striée dans la direction indiquée par les flèches.

une masse en mouvement non-seulement assez puissante et assez lourde pour pouvoir polir et graver les roches les plus dures, mais encore assez plastique pour pouvoir suivre les ondulations du terrain. Des glaciers de grande épaisseur sont les seules masses connues qui puissent répondre à ces desiderata.

Fig. 18. — Roche moutonnée polie et burinée sous le conglomérat de Dwyka, dont quelques lambeaux le recouvrent encore. — Ile du Vaal, près de Riverton (Griqualand-west).

c) Sur les propriétés Vlakhoek [548] et Tusschenbeide [411] (district de Vrijheid), près de la mine d'or de Denny Dalton, où l'on rencontre des stries très nettes sur les surfaces polies des quartzites et des grès quartzitiques de la série de Barberton (fig. 17).

d) Sur la propriété Blauwbank [78], où la surface d'un granite à amphibole est polie et striée.

e) Le long du Vaal, près de Riverton, dans le Griqualand-west. La surface d'une diabase (passant à une diabase amygdaloïde) du Système primaire, probablement de la série du Witwatersrand, est polie et striée partout où elle apparaît au-dessous du conglomérat de Dwyka qui lui est superposé. Les croquis (fig. 18 et 19) faits sur

Fig. 19. — Paysage morainique, près de Riverton ; la roche diabasique du Système primaire, qui affleure au-dessous du conglomérat de Dwyka, est polie et striée très nettement.

place en 1899 peuvent donner une idée de la topographie morainique de ces localités. Stow avait déjà, en 1880, observé les phénomènes glaciaires dans le Griqualand-west et l'endroit représenté par le croquis ci-dessus, avait semblé si typique à Stow qu'il l'avait aussi dessiné du même point de vue [1]. On voit dans

1. G.-W. Stow a décrit d'une manière très exacte dans un manuscrit posthume encore inédit les phénomènes glaciaires dans la province de Griqualand-west. J'ai eu l'occasion de contrôler sur place plusieurs de ces observations et de ces cartes et j'ai pu me convaincre de leur exactitude. Quoique plusieurs des interprétations et des conclusions de cet auteur ne puissent plus être acceptées aujourd'hui, entre autres la supposition d'une seconde période glaciaire diluvienne dans l'Afrique du Sud, voir : **48**, p. 534, ses recherches remarquables, n'en sont pas moins dignes du plus grand intérêt. Ce manuscrit original appartient à la *Geological Society of South Africa* et je me suis chargé d'en diriger la publication, dès que les fonds nécessaires auront été réunis. M. Dunn (Voir : E.-J. Dunn, **13**, p. 9) a également trouvé des stries glaciaires sur une argilite dure, immédiatement sous-jacente au

la petite île au milieu du Vaal, les roches de diabase parfaitement polies transformées en roches moutonnées et encore partiellement recouvertes par des lambeaux du conglomérat de Dwyka en place. Les stries glaciaires sont dirigées sur ces roches dans le sens perpendiculaire à celui du courant du fleuve et le fait que Stow a observé et dessiné ces stries en 1880, dans absolument les mêmes conditions que moi-même en 1899, prouve que le pouvoir érosif des eaux du Vaal sur ces marques, en dix-neuf ans, n'est pas appréciable. Dans toutes les localités citées, dans le district de Vrijheid et dans la province de Griqualand-west, j'ai trouvé le conglomérat de Dwyka *in situ* dans le voisinage immédiat des surfaces polies et striées des roches plus anciennes et les stries sont plus nettes et plus distinctes, près de la limite des deux formations, c'est-à-dire là où les roches sous-jacentes [1] viennent affleurer.

La direction des stries est : dans le district de Vrijheid : à Doornpan et dans plusieurs localités voisines, dans un rayon d'un kilomètre, S. 28° E., à Nauwpoort S. 56° E., à Tuschenbeide près de la mine de Denny Dalton, S. 33° E. Dans la province du Griqualand-west, à Riverton et dans plusieurs autres localités elle varie de E. 6° N. à E. 9° N.

Dans le Griqualand-west la direction générale du mouvement a été E.N.E.-O.S.O. et le conglomérat de Dwyka renferme en abondance des blocs d'un porphyre quartzifère à plagioclase très typique qui affleure dans les régions situées plus à l'est et au nord-est, par exemple dans les districts de Bloemhof et dans les collines du Makwassie (district de Wolmaransstad). Dans le district de Vrijheid le sens du mouvement morainique n'est pas encore déterminé avec certitude, mais toutes mes observations plaident en faveur d'un mouvement du S.E. au N.O.

conglomérat de Dwyka près du confluent des rivières du Vaal et de l'Orange En discutant l'origine de ces stries, il dit : « *It seems probable that this surface formed part of the shelving floor of the lake, and that icebergs were driven aground by the wind, thus scratching and grooving the rocks; the melting of the icebergs would cause their stones, earth, etc., to be deposited on the ice-scratched floor, thus forming the conglomerate* ». Cette théorie me semble très mal fondée; le seul fait, qu'on trouve ces stries sur les roches sous-jacentes et sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres, toutes dans la même direction, formant par conséquent un seul système ininterrompu de stries, est absolument incompatible avec la théorie des « *icebergs* » chassés par le vent.

1. Dans notre cas c'est le Système primaire. Stow a observé aussi dans le Griqualand-west des stries glaciaires sur des quartzites, appartenant au Système du Cap et très probablement à la série du Black-reef (manuscrit inédit).

M. Griesbach [1], aussi bien que M. Sutherland [2], a remarqué des stries au-dessous du conglomérat de Dwyka sur la surface des grès, qui appartiennent très probablement à la série du Black-reef et sont équivalents au grès de la Montagne de la Table de la Colonie du Cap ; mais il n'avait pas d'opinion sur la direction du mouvement des glaciers permiens dans le Natal.

2° Il existe quant à la structure et à la composition une analogie parfaite entre une argile à blocaux et le conglomérat du Dwyka. Seulement dans ce dernier le ciment argileux [3] est endurci, silicifié et plus ou moins recristallisé, ce qui, étant donné l'ancienneté du Dwyka, s'explique aisément par des actions mécaniques et chimiques sous la pression des strates superposées du Karroo supérieur. En beaucoup d'endroits ou le Dwyka s'est trouvé depuis longtemps exposé à l'action de l'atmosphère, il s'est altéré à nouveau [4] en une espèce d'argile à blocaux et toutes les différences disparaissent. Le conglomérat de Dwyka renferme partout en abondance des cailloux striés. J'en ai trouvé dans beaucoup de localités du district de Vrijheid, sur la propriété Atholi [85], près d'Amsterdam (district d'Ermelo), dans les environs de Vereeniging et près de la mine d'or de Modderfontein (district de Heidelberg), sur plusieurs points du district de Bloemhof, et au delà de la frontière de l'Etat, le long de la rivière du Vaal, en aval de Fourteenstreams, et dans bien d'autres endroits dans la Colonie du Cap et dans le Natal.

1. K.-L. Griesbach, **21**, p. 60, dit : *Grooves, quite similar to those in the Alps, occur in great abundance on the sandstone of the Infumi River, about 20 miles south of Durban* ».

2. P.-C. Sutherland, **52**, p. 515, dit : « *The old sandstones, which lie immediately beneath the boulderclay have their upper surfaces, in many instances, deeply grooved and striated, as if a semiplastic substance, containing hard and angular fragments, had been passed over it with considerable pressure* ».

3. Dans le Dwyka frais le ciment montre à l'examen macroscopique une texture tant soit peu cristalline bien différente de celle d'une argile, ce qui a suggéré sans doute à quelques-uns des observateurs l'idée de l'origine éruptive de cette roche. Mais en examinant ce ciment sous le microscope, on constate qu'à l'origine il doit avoir été une boue contenant de nombreux petits fragments angulaires ou semi-angulaires de diverses roches et minéraux avec prépondérance du quartz, mais que cependant, la texture clastique primitive a été largement modifiée par des phénomènes de recristallisation.

4. Dans les plaines du Karroo, dans la Colonie du Cap, où le climat est extrêmement sec, le conglomérat de Dwyka, quoique exposé à l'action de l'atmosphère depuis longtemps, ne montre guère de marques d'altération ou de décomposition.

3° Dans le conglomérat de Dwyka on trouve des dépôts stratifiés et non stratifiés, les uns alternant avec les autres. C'est justement ainsi que sont constitués tous les dépôts vraiment glaciaires. Les dépôts non-stratifiés, l'argile à blocaux, doivent appartenir à la moraine profonde *stricto sensu*, et les dépôts stratifiés sont formés par les cours d'eau de fonte qui coulent au fond du glacier et s'en échappent. Plus le glacier est grand, plus le réseau de ces torrents glaciaires devient complexe et différencié. Leurs lits se déplacent comme ceux des autres fleuves ; ils disparaissent ou augmentent de débit et de nombre avec le retrait ou l'accroissement des glaciers et le résultat final après une longue période de glaciation, doit être que les parties non-stratifiées des dépôts alternent en plusieurs places avec des parties stratifiées. Il est évident que vers le centre d'une grande nappe de glace ou d'une calotte glaciaire les dépôts morainiques seront assez pauvres en dépôts stratifiés ou même en manqueront, tandis qu'au contraire, près des bords du glacier, les dépôts stratifiés augmenteront en étendue et en puissance, et pourront même en quelques points avoir une plus grande importance que la véritable argile à blocaux non-stratifiée. Du reste, sur la bordure extrême des productions glaciaires, la marche en avant et le recul périodiques de la nappe glaciaire suffisent déjà à produire des alternatives de dépôts glaciaires stratifiés et non-stratifiés.

Ces dépôts stratifiés peuvent être, tantôt très riches en cailloux plus ou moins arrondis, tantôt les cailloux peuvent y manquer complètement. Il va sans dire qu'on retrouvera dans ces dépôts tous les caractères des dépôts fluviatiles, comme par exemple la stratification diagonale et la succession brusque des lits de gros graviers à des boues fines. Les dépôts des eaux glaciaires diffèrent cependant des dépôts des fleuves ordinaires en ceci, qu'ils sont surtout composés d'une boue très fine, produite par la trituration des roches dans la moraine profonde. On pourrait rencontrer parfois dans cette boue fine des blocs de grandes dimensions, qui seraient tombés des moraines latérales, médianes ou terminales, par des crevasses.

Tous ces caractères sont représentés abondamment et avec une netteté parfaite dans les parties stratifiées du conglomérat de Dwyka et peuvent être étudiées à merveille dans les nombreuses coupes naturelles qu'offrent les gorges dans le district de Vrijheid.

En outre, on constate souvent qu'un banc de Dwyka stratifié, intercalé entre deux bancs de conglomérat de Dwyka non stratifiés, est dans sa partie supérieure refoulé et brouillé, phénomène qu'on

doit attribuer à la pression exercée par la moraine profonde, qui glissait sur ces couches et qu'on retrouve, reposant toujours au-dessus sous forme de banc de conglomérat non-stratifié. C'est un phénomène absolument analogue à celui qu'on a observé sous les moraines profondes des glaciers de la période glaciaire de la Scandinavie et de l'Écosse et qui est connu sous le nom de *contorted-drift*.

4° Enfin, dans le conglomérat de Dwyka, se rencontrent des blocs de roches, affleurant à d'assez petites distances, mêlés à d'autres débris provenant de régions lointaines; l'origine de quelques-uns de ces débris est d'autant plus obscure que ces roches n'ont pas encore été rencontrées *in situ* dans l'Afrique du Sud.

Souvent le conglomérat de Dwyka a un caractère local par la prépondérance des débris d'une certaine roche sur les autres, ce qu'il n'est pas difficile d'expliquer. Lorsqu'un glacier se meut et qu'une certaine roche, que nous désignerons par A, affleure sur son parcours, ce glacier détache des morceaux de la roche A et les mêle aux autres débris. La moraine profonde sera alors en aval du point d'affleurement de la roche A, caractérisée par la présence, dans sa masse, d'une certaine proportion de fragments de la roche A, qu'on ne retrouvera pas en amont; et il en résultera que si cette proportion est assez forte, la moraine de fond aura un caractère local. J'ai observé souvent un tel caractère local dans le conglomérat de Dwyka ; à Vereeniging par exemple, où le conglomérat de Dwyka repose sur les dolomies du Système du Cap, qui affleurent à une courte distance, ce conglomérat abonde en cailloux striés de calcaire dolomitique que je n'ai jamais trouvé dans le conglomérat de Dwyka du district de Vrijheid. Ces caractères locaux, offrent un bon moyen de déterminer le sens du mouvement du glacier permien. C'est ainsi que, comme nous l'avons vu déjà plus haut, la présence de nombreux blocs de porphyre quartzifère à oligoclase dans le conglomérat de Dwyka, le long du Vaal, en aval de Fourteenstreams, nous prouve que le sens du mouvement doit avoir été là, de l'E.N.E. à l'O.S.O. M. Dunn [1] a déjà, en 1886, donné un exemple frappant du caractère local que prend quelquefois le Dwyka ; il écrit : *East of the Doornberg range (Griqualand-west) there is a complete absence of the yellow jasper and altered crocidolite, of which these hills consist, in the Dwyka conglomerate, while to the west of this range they are abundantly represented, mingled with the far-borne material.* Un glacier,

1. E.-J. Dunn, 13, p. 9.

ayant glissé de l'est à l'ouest à travers les terrains du Doornberg-range, aurait produit exactement ces phénomènes, mais je ne crois pas que jamais des glaces flottantes, comme le voudrait M. Dunn, pourraient donner de tels résultats.

5° La matière des couches d'Ecca, est, quant à sa composition, parfaitement identique au ciment du conglomérat de Dwyka. C'est en somme une boue; durcie aujourd'hui, transportée par les eaux glaciaires et déposée soit dans les grands lacs, qui caractérisent le paysage morainique, soit dans le vaste champ d'inondation de cours d'eau torrentiels durant la période de fonte et de retrait de la nappe glaciaire. Les grands blocaux, d'ailleurs assez rarement rencontrés dans les argilites d'Ecca, ont peut-être été transportés par des glaçons flottants sur ces fleuves et ces lacs.

6° Si l'on accepte la théorie glaciaire, on peut se faire aisément une idée de la distribution erratique du conglomérat de Dwyka et des couches d'Ecca. Il serait difficile d'expliquer autrement, comment, dans des terrains totalement dépourvus de failles, le Dwyka peut être trouvé à des altitudes très diverses, et en position normale malgré cette différence d'altitude. Avec la théorie glaciaire, cette difficulté disparaît, si l'on admet qu'un grand glacier ou une calotte de glace, a buriné la surface des roches sous-jacentes, en restant assez plastique pour pouvoir suivre les accidents du terrain, les transformant en roches ou en collines moutonnées, polies et cannelées, et déposant ainsi sa moraine profonde simultanément à des altitudes bien différentes et pourtant en position normale. Il serait aussi difficile d'expliquer comment l'épaisseur de ces formations peut varier si fortement et comment, en quelques endroits, soit le conglomérat de Dwyka, soit les couches d'Ecca, soit tous les deux, peuvent manquer en-dessous des strates du Karroo supérieur, même dans des régions où le Karroo inférieur se trouve en général très bien développé. L'explication est simple, si on se souvient que sous les glaciers, et dans les régions qu'ils abandonnent par leur retrait, en quelques points, les effets de l'érosion sont prépondérants sur ceux de la sédimentation, tandis que dans les localités voisines, l'inverse se produit.

En résumé, nous admettons que le conglomérat du Dwyka et les couches d'Ecca, c'est-à-dire le Karroo inférieur, sont d'origine glaciaire, et cette origine, nous n'en doutons pas, permettra d'expliquer tous les caractères des couches du Karroo inférieur. Mais, on devra s'attendre à constater tous les phénomènes d'une glaciation

prolongée, et cela dans des proportions beaucoup plus grandes et plus imposantes que pour le *diluvium* de l'hémisphère nord. Il est certain que l'on doit admettre l'existence d'une calotte de glace de grande épaisseur et de très grande étendue, aussi bien qu'une durée fort longue de la période de glaciation, pour pouvoir expliquer l'épaisseur énorme [1] et le développement si diversifié des dépôts glaciaires permiens de l'Afrique australe.

Le problème de la glaciation dans l'Afrique du Sud, durant la période permo-carbonifère, offre plus qu'un intérêt local. Les recherches géologiques dans l'Inde et dans l'Australie ont prouvé qu'il existe dans ces contrées des formations d'une analogie frappante. Dans l'Inde c'est le *Système du Gondwana* qu'on pourrait identifier avec le Système du Karroo. A sa base on trouve les *conglomérats de Talchir*, qui offrent tous les caractères d'une argile à blocaux, et sont absolument comparables au conglomérat de Dwyka. Les roches plus anciennes sous-jacentes (*Vindhyan-limestones*) ont été trouvées polies et striées dans plusieurs localités, entre autres près de Chanda, dans les provinces centrales de l'Inde [2]. Les *Talchir-shales* sont associés à ce conglomérat; ils possèdent tous les caractères des couches d'Ecca. Comme les couches d'Ecca, ils sont presque partout dépourvus de fossiles. Sur ces dépôts glaciaires reposent des grès, comparables au grès du Karroo supérieur, dans lesquels on a trouvé une flore à *Glossopteris*, très analogue à celle du Karroo.

En Australie, les traces d'une glaciation ancienne ne sont pas moins nettes et les dépôts glaciaires, qui sont associés là aussi bien que dans le Salt-range de l'Inde, aux sédiments contenant des fossiles marins, ont établi que la glaciation de ces deux continents était contemporaine et avait eu lieu dans la dernière période de l'ère paléozoïque. Et les affinités générales entre le Système du Karroo et le Système du Gondwana sont si évidentes, qu'on peut aller plus loin et admettre que les dépôts glaciaires permiens de l'Afrique du Sud, de l'Inde et de l'Australie sont contemporains.

Les dépôts glaciaires du Karroo inférieur ont sans doute couvert toute la moitié sud du Transvaal [3]. Dans l'est ils sont aujourd'hui

1. Le conglomérat de Dwyka atteint dans la Colonie du Cap une épaisseur de plus de 400 mètres.

2. R.-D. Oldham, **38**, p. 160.

3. Je n'ai pas trouvé de dépôts du Karroo inférieur au nord de 26°40' latitude Sud. Il est vrai que M. Dunn a signalé, sur sa carte géologique du Transvaal, le conglomérat de Dwyka beaucoup plus au nord, dans le district

invisibles parce qu'ils sont recouverts par les strates du Karroo supérieur et ils affleurent seulement sur les escarpements du haut plateau vers l'est, c'est-à-dire dans la portion orientale des districts d'Ermelo et de Carolina et dans les districts de Piet-retief et de Vrijheid, où ils peuvent être étudiés facilement. Dans le Transvaal central, le Karroo supérieur diminue beaucoup d'épaisseur et le Karroo inférieur affleure çà et là, par exemple près de Vereeniging et de Meyerton, dans plusieurs localités des environs de Heidelberg et de Boksburg, sur les propriétés Zuurbekom [9] et Syferfontein [32], etc. Enfin dans la partie occidentale le Karroo supérieur faisant défaut, le Karroo inférieur affleure très fréquemment. Cependant le Karroo inférieur a été dans cette région en grande partie enlevé par l'érosion et dans les régions où il existe encore, il est très souvent caché par des dépôts superficiels plus récents, comme des tufs calcaires et des dépôts éoliens de petite épaisseur (1 à 4 mètres).

Le conglomérat de Dwyka prend une certaine importance économique dans les environs de Vereeniging où le ciment, après avoir été séparé des blocs qu'il contient, est utilisé pour la fabrication de briques très résistantes, excellentes pour la construction des fours et des habitations.

2. — Karroo supérieur

Les couches du Karroo supérieur sont presque toujours dans une position sensiblement normale et horizontale. Parfois elles sont un peu redressées; elles ne sont jamais plissées, quoiqu'elles soient assez souvent disloquées par des failles qui ont par places morcelé les terrains du Karroo supérieur en îlots, dont les strates correspondantes, tout en restant horizontales, se trouvent à des altitudes différentes.

Le Karroo supérieur est formé par des grès, des argilites, des argilites arénacées, des argiles charbonneuses et des couches de houille [1]. Une stratification oblique est nettement indiquée dans ce Système et est surtout bien marquée dans les grès.

du Waterberg, et même dans les Blauwbergen, au-delà du tropique du Capricorne, mais mes recherches m'ont prouvé que ces conglomérats dans le district du Waterberg ne sont pas glaciaires et forment la base du grès du Waterberg, et je crois probable que les conglomérats des Blauwbergen que je n'ai pas visités sont identiques à ceux du Waterberg. Voir : E.-J. Dunn, 14.

1. On rencontre assez rarement des couches marneuses dans lesquelles le calcaire s'est concentré en nodules. Près de Standerton, j'ai trouvé, dans un de ces nodules, une aile d'insecte orthoptère, très bien conservée.

De nombreux bancs de diabase (dolérite) sont intercalés en concordance parfaite entre les autres strates de cette formation. Dans ces bancs de diabase, le plus souvent une diabase à olivine, on peut observer généralement une disposition columnaire très nette. En outre tout le système est traversé par un véritable réseau de dykes de diabase du même type. La diabase du Karroo peut être facilement distinguée des diabases plus anciennes. Le type ordinaire de la diabase grenue du Karroo est connu par la population minière du Transvaal sous le nom de *dolérite* [1].

Niveau houiller. — Dans le Karroo supérieur du Transvaal, auquel j'ai provisoirement donné le nom de *formation du Hoogeveld*, on rencontre les couches de houille qui, en raison du développement toujours croissant de l'industrie minière au Witwatersrand (industrie qui exige de grandes quantités de combustible), constituent une richesse inappréciable pour le pays. Ce sont en général des charbons maigres, ne donnant pas de cokes et ne pouvant pas être employés dans les fonderies. Parfois leur teneur en soufre les rend dangereux, en ce que, exposés à l'air, la combustion spontanée est à craindre. Souvent ils renferment en plus ou moins grandes quantités des matières incombustibles. En somme ces charbons sont excellents seulement pour l'emploi dans les usines à vapeur et pour tous les usages domestiques. Les gisements en sont immenses et la partie déjà exploitée est minime [2]. Il est bien certain que les houillères de la République sud-africaine pourront suffire aux demandes de toute l'Afrique durant au moins une centaine d'années.

Les couches de houille du Transvaal paraissent devoir être regardées comme des alluvions végétales, des dépôts de torrents. Les fragments de troncs de *Sigillaria* et de troncs, de tiges et de feuilles de diverses espèces de *Glossopteris* jouent un grand rôle dans la composition de la houille elle-même. Le toit des couches de houille renferme, comme on peut le constater facilement dans les mines de houille de Vereeniging de nombreux troncs couchés. Je crois qu'on peut admettre pour les houillères du Transvaal — du moins pour la plupart d'entre elles — un mode de formation analogue à celui que MM. Grand'Eury et Fayol ont admis pour les bassins houillers du Centre de la France.

1. E. Cohen a donné une description pétrographique détaillée d'un bon nombre de ces diabases du Karroo supérieur, appartenant pour la plupart à l'étage inférieur, dit de Beaufort, 7, p. 220.

2. En 1898, la production annuelle s'évaluait à 2.000.000 de tonnes.

Les connaissances actuelles permettent de penser qu'il existe dans le Karroo supérieur du Transvaal un seul niveau géologique renfermant des couches de houille exploitables. On peut évaluer que ce niveau se trouve situé sur le haut plateau à une altitude variant entre 1200 et 1800 mètres. A première vue, ce niveau houiller paraît se trouver à des hauteurs très inégales dans la succession des strates du Karroo supérieur. A Vereeniging, à Meyerton et dans les environs de Boksburg, par exemple, le conglomérat de Dwyka est situé à peu près directement sous les couches de houille, tandis que dans le district de Vrijheid, un complexe de grès et d'argilites de 200 à 300 mètres d'épaisseur les sépare du Karroo inférieur.

Dans le district de Vrijheid on peut distinguer deux étages de grès dans la formation du Karroo supérieur. L'un, l'étage des grès inférieurs, est composé de bancs puissants de grès, gris bleuâtres, devenant jaunâtres à l'air. En voie de décomposition, ces grès acquièrent une structure sphéroïdale, souvent très nette. On trouve très fréquemment dans ces grès des fragments de bois pétrifiés ; près d'Umkusiberg, sur la propriété du même nom, on rencontre en abondance des troncs d'arbres couchés et des rameaux pétrifiés, dirigés suivant diverses directions. Des impressions végétales, de feuilles, de tiges, etc., et de très minces veinules de houille sont assez fréquentes dans ces grès, mais les couches de houille exploitables y font entièrement défaut.

Les grès de l'étage supérieur sont de couleur plus claire et possèdent un ciment assez riche en kaolin. Ces grès passent parfois à des arkoses. On trouve intercalées entre leurs bancs des argilites et des couches de houille exploitables.

La position du Système entier du Karroo dans le Transvaal devient plus compréhensible dès qu'on se rend compte que tout le Système s'amincit en allant de l'est à l'ouest. C'est ainsi que les grès, etc., qui sont sous-jacents aux lits de houille dans le district de Vrijheid ne se retrouvent plus dans le centre du Transvaal. De même on observe dans cette partie centrale du pays un nombre restreint de strates de grès, d'argilites et de diabases au-dessus des couches de houille, tandis que dans l'est des dépôts puissants reposent sur le terrain houiller. Ce développement des lits houillers, presque aussi considérable dans la région centrale que dans l'est, constitue un nouvel avantage.

Le Karroo supérieur forme, seulement dans la partie sud-est du Transvaal, une nappe continue, rejoignant la vaste nappe du

Karroo de l'Etat libre d'Orange. Le sous-sol des districts de Wakkerstroom et de Standerton en est entièrement formé, celui des districts de Vrijheid, d'Utrecht, de Carolina, d'Ermelo, de Middelburg, de Prétoria et de Heidelberg en est en partie composé. En outre de cette grande nappe homogène on trouve vers le nord et l'ouest, de nombreux petits lambeaux du Système du Karroo disposés en discordance sur les terrains primaires ou sur ceux du Système du Cap. C'est ainsi, qu'on trouve des îlots du Système du Karroo dans le domaine du South-rand-Coalfield et dans les environs de Boksburg sur le terrain primaire, c'est-à-dire sur les couches de Hospital-hill ou sur celles du Witwatersrand; dans les environs de Vredefort sur le granite ancien; à Vereeniging et à Meyerton (district de Heidelberg), à Zuurbekom [9] et à Syferfontein [32] (district de Krugersdorp), et à Stilfontein [381] (district de Potchefstroom), sur la dolomie; dans les environs de Belfast, sur la série de Prétoria; à Waterval au nord de Prétoria, sur la norite et la syénite; plus au nord encore à Hamanskraal (district de Pretoria) et dans quelques localités du district de Middelburg, sur le granite rouge. A l'ouest de Klerksdorp le Karroo supérieur n'a pas encore été rencontré.

Les lambeaux du Système du Karroo, qu'on trouve sur les dolomies, méritent une mention spéciale; ils s'étendent en une ligne courbe, à l'ouest, au nord et à l'est des montagnes du Gatsrand, formées par des couches de la série de Prétoria. Ils sont situés, comme on peut le constater très facilement sur les propriétés Syferfontein et Zuurbekom, dans un terrain plat et sont entourés de tous côtés par des affleurements de roches de la série des dolomies. En réalité, ces lambeaux sont des compartiments du Système du Karroo qui se sont affaissés dans les strates de la série des dolomies sous-jacentes. Ces affaissements ont été causés par l'effondrement de la clef de voute des cavernes de la dolomie. Le Système du Karroo qui jadis couvrait entièrement ce terrain, s'est trouvé plus tard détruit par la dénudation et l'érosion et maintenant est entièrement disparu, sauf dans ces localités, où il pouvait, par sa position plus basse, due à son affaissement, échapper à l'effet des forces dénudatrices. Il va sans dire que cet affaissement a modifié la position normale des couches de ces lambeaux et cela explique pourquoi on a trouvé dans le lambeau de Syferfontein une épaisse couche de houille [1] redressée sous un angle d'au moins 40°. Ces

1. La découverte de la belle couche de houille de Syferfontein a une grande importance, parce que la distance qui la sépare des mines du West-rand au

lambeaux situés par conséquent à un niveau égal à celui de la dolomie, ont encore une autre importance économique. Ils forment des réservoirs d'eau en communication souterraine avec les réservoirs internes inépuisables de la formation dolomitique ; formés de grès, ils offrent beaucoup plus de facilités pour la construction de puits et pour les forages profonds nécessaires pour capter les eaux souterraines. A Zuurbekom on a foré des puits munis d'appareils élévatoires perfectionnés dans l'îlot du Karroo situé en ce point. Ces ouvrages fournissent par jour les 4.000.000 de gallons d'eau absolument pure qui servent à alimenter la ville de Johannesburg. Jusqu'en 1897 l'eau fournie par les compagnies des eaux de Johannesburg était insuffisante et impure ; la découverte et l'exploitation de la magnifique prise d'eau de Zuurbekom, ont apporté une amélioration considérable à l'état sanitaire de la ville, bienfait dont elle est redevable, tant à l'application des observations géologiques sur la région qu'au mérite de M. Draper [1].

On peut se faire l'idée suivante du mode de formation du Karroo supérieur. Après le retrait des glaciers ou de la calotte de glace de l'extension glaciaire permienne, le paysage morainique régnait dans cette région, où le conglomérat de Dwyka était en grande partie couvert et de tous côtés environné par les couches d'Ecca. L'érosion ne tardait pas à exercer son pouvoir destructif et les dépôts du Karroo inférieur furent sans doute, par places, remaniés complètement. Mais, en même temps, une série de sédiments commençait à se former qui constitue le Karroo supérieur. Ces dépôts d'eau douce s'accumulaient en partie dans les courants d'eau, en partie dans les lacs. C'étaient des grès et des argiles à stratification oblique et quelquefois aussi des couches de débris de végétaux apportés par les eaux torrentielles, couches qui sont devenues les lits de houille actuelle.

A l'origine, ces sédiments furent déposés dans les dépressions d'origine glaciaire de la contrée et ils constituèrent ainsi des lambeaux, isolés les uns des autres. Mais plus tard, ces dépressions étant comblées, la formation du Karroo supérieur s'épancha, sans interruption, sur un large espace, embrassant une grande partie de l'Afrique australe. Une faible partie seulement de l'énorme développement du Système du Karroo, a persisté jusqu'à

sud de Krugersdorp ne surpasse pas 25 kilomètres, tandis qu'auparavant ces mines devaient chercher leurs combustibles à des distances au moins trois fois plus grandes.

1. D. Draper, 11, p. 139.

l'époque actuelle, le reste ayant été détruit pendant la période de dénudation qui suivit celle de sa formation, période qui d'ailleurs continue encore aujourd'hui.

Grande faille de l'est. — Une dislocation très remarquable nous apporte les preuves indubitables, que les couches du Système du Karroo ont jadis eu vers l'est une extension beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, ce qu'on pourrait du reste déjà déduire de la manière abrupte dont les couches du Système du Karroo se terminent dans les escarpements, à l'est du haut plateau du Transvaal et de l'Etat libre d'Orange.

Dans la partie orientale du Transvaal on trouve, dirigé du nord au sud, une grande faille qu'on peut regarder, au point de vue géologique, comme la limite orientale du plateau continental de l'Afrique du Sud. J'ai appelé cet accident la *grande faille de l'est* [1]. Les régions situées à l'est de cette faille se sont affaissées par rapport à celles de l'ouest d'au moins 1500 mètres. Cette faille est située à une distance moyenne de 16 kilomètres de la frontière de la Colonie portugaise de Mozambique. Elle est toujours parallèle à la chaîne des montagnes du Lebombo, qu'elle longe et elle peut très probablement être regardée comme le prolongement septentrional de la grande faille, décrite par Griesbash, qui a abaissé au niveau de la mer, dans le Natal, les strates du Karroo inférieur, alors qu'elles atteignent dans les environs de Pietermaritzburg une altitude de 600 mètres. Dans le Transvaal la lèvre occidentale de la faille est toujours formée de granite ancien ou de schistes du Système primaire, tandis que la lèvre orientale est formée de grès, d'argilites à *Glossopteris* et de couches de houille appartenant au Karroo supérieur ; ces couches ont une inclinaison de 15 à 20° vers l'est. Ces dépôts, tout-à-fait identiques à ceux du Karroo supérieur du haut plateau, sont couronnés, en concordance, par les roches du Lebombo. Ces dernières sont des roches éruptives d'épanchement dont la partie inférieure, qui affleure dans les environs de Komatiepoort, sur le versant occidental des montagnes de Lebombo, consiste en roches du groupe de la diabase et du mélaphyre avec une prépondérance de types amygdaloïdes.

Il est bon de noter que, parmi ces roches amygdaloïdes, on trouve, près du pont du chemin de fer du Selati, sur la rivière du Crocodile, des types qui sont caractérisés par des amygdales très allongées et ressemblent beaucoup aux roches amygdaloïdes du même

1 Voir : G.-A.-F. Molengraaff, **32**, p. 138, et Pl. I.

type, des monts Maluti dans l'État libre d'Orange, décrits par Cohen [1]. Ces dernières se trouvent au sommet de l'étage supérieur du Karroo supérieur. Nos connaissances sur les contrées du Karroo voisines de la chaîne du Lebombo, sont jusqu'à présent trop disséminées pour permettre de juger si cette ressemblance n'est pas purement accidentelle.

Plus haut, dans la partie supérieure, c'est-à-dire dans la chaîne du Lebombo, on trouve des types plus acides, appartenant au groupe des felsophyres.

Ces roches acides sont représentées par plusieurs variétés dont quelques-unes sont scoriacées et renferment, dans leurs cavités, de belles cristallisations de calcite et des zéolithes, tandis que quelques autres fournissent d'excellentes pierres à bâtir. Ces coulées de laves anciennes ont une inclinaison de 10° à 30° à l'est, pente qui correspond à l'inclinaison des strates de grès de la formation sous-jacente du Karroo supérieur. Toutes ces roches montrent une structure fluidale très nette. L'examen microscopique détaillé des nombreuses variétés de roches éruptives qu'on trouve en traversant la chaîne du Lebombo, n'est pas encore terminé, aussi je les ai réunies provisoirement sous le nom de « *roches du Lebombo* ». La structure de la chaîne paraît être très uniforme sur de grandes étendues, si l'on en juge par la description des roches trouvées par M. Cohen [2] qui la traversa, en 1873, près de Matalha Poort, à 20 kilomètres au sud de Komatiepoort; et par les échantillons que j'ai reçus de Pongolo-poort, point situé à 205 kilomètres encore plus au sud. On retrouve sur ces deux points les mêmes types de roches, que j'ai moi-même rencontrés dans la magnifique tranchée du chemin de fer entre les stations de Komatiepoort et d'Inkomati.

Dans la Colonie du Cap on a, en général, distingué dans le Karroo supérieur deux étages, l'*étage de Beaufort* (Schenck et Feistmantel) ou *Karroo-beds* (Green) et l'*étage du Stormberg*. Dans l'étage du Stormberg on admet avec M. Dunn les subdivisions suivantes, en allant de haut en bas :

4. *Volcanic-beds ;*
3. *Cave-sandstone ;*
2. *Red-beds ;*
1. *Molteno-beds.*

1. E. Cohen, 5.
2. E. Cohen, 6, p. 67-91, donne une excellente description pétrographique des types de mélaphyres et de felsophyres du Lebombo, qu'il a rencontrés en traversant la chaîne.

Dans les Molteno-beds se trouvent toutes les couches de houille exploitables de la Colonie du Cap. Ces couches carbonifères se distinguent, au Cap, par la présence d'une flore à *Thinnfeldia odontopteroïdes*, *Sphenopteris elongata*, *Podozamites elongata*, *Baiera Schencki*, *Pecopteris*, etc., et par l'absence des *Glossopteris*. Elle a donc un caractère plus jeune que la flore à *Sigillaria* et *Glossopteris*, notamment *Glossopteris Browniana* et *Gl. indica*, qui règne dans tous les terrains houillers connus du Transvaal; mais c'est précisément, d'après O. Feistmantel [1], par une flore identique que l'étage de Beaufort est caractérisé. Il en résulte que les terrains houillers du Transvaal, que j'ai réunis sous le nom de *série du Hoogeveld*, ne peuvent appartenir à l'étage du Stormberg, comme l'indiquent les cartes publiées par Dunn et Schenck. La série du Hoogeveld représente l'étage inférieur du Karroo supérieur et doit être considérée comme parallèle à l'étage de Beaufort de la colonie du Cap [2]. M. R. Zeiller [3] l'a établi d'une manière indiscutable en se basant sur des preuves paléontologiques et mes recherches dans ces dernières années m'ont prouvé que la théorie de M. Schenck, d'après laquelle les couches de Beaufort étaient en transgression sur les dépôts du Karroo inférieur vers le Nord et les couches du Stormberg également en transgression sur les couches de Beaufort vers le Nord devait être rejetée. Dans le Transvaal, au contraire, le Karroo supérieur est exclusivement, ou du moins presque uniquement, représenté par son étage inférieur.

Quant à l'âge de ces dépôts, les recherches de MM. Seward [4] et Zeiller ont établi, qu'on pouvait admettre que l'étage inférieur du Karroo supérieur dans le Transvaal était permo-carbonifère.

DÉPOTS PLUS RÉCENTS QUE CEUX DU KARROO

Jusqu'à présent il n'a pas été rencontré dans le Transvaal de dépôts sédimentaires plus récents que ceux du Système du Karroo et toute la configuration du pays prouve qu'il y a régné une longue période de dénudation [5]. Cela n'empêche pas, qu'on trouve çà et

1. O. Feistmantel, **15**.
2. En 1894, j'ai discuté cette même question et exprimé cette opinion, que le terrain houiller du Transvaal devait appartenir à un étage du Karroo, plus ancien que les Molteno-beds (**30**, p. 238).
3. R. Zeiller, **54**, p. 374.
4. A.-C. Seward, **47**, p. 92.
5. D. Draper, **12**, p. 34.

là, des dépôts superficiels récents, comme des alluvions, des bancs de limonite, de dépôts éoliens, des tufs calcaires, etc., qui, cependant, n'ont jamais qu'une importance locale.

Parmi les roches éruptives, il est bien certain que la roche diamantifère est plus récente que les dépôts du Karroo, car dans l'Etat libre d'Orange elle traverse les strates du Karroo supérieur. En 1897, on découvrit sur la propriété Rietfontein [501], dans le district de Prétoria, à 27 kilomètres à l'est de la capitale, un affleurement d'une roche, identique à la roche mère, bien connue, de Kimberley, et, par le lavage des terres de la surface, on ne tardait pas à y rencontrer des diamants. On a constaté, grâce à des tranchées et à des forages, qu'il s'agissait ici d'une vraie *cheminée* diamantifère, verticale, de forme cylindrique, remplie d'une brèche péridotique serpentinisée, identique en tous points à la kimberlite. Un peu plus tard on a découvert des gisements identiques sur la propriété Kaalfontein voisine de Rietfontein [501] et sur les propriétés Elandshoek [74] et Franspoort [426] [1].

Toutes ces cheminées sont situées dans des couches de la série de Prétoria et seulement dans celles de sa partie supérieure, les couches du Magaliesberg, c'est-à-dire dans une formation plus ancienne que celle du Karroo où se rencontrent les couches de houille. Or, comme il n'existe pas, dans des niveaux plus bas que celui du Karroo, de couches renfermant une proportion de matières charbonneuses quelque peu importante, il en résulte, que la teneur en carbone, sous forme de *diamant*, de la brèche éruptive diamantifère ne peut pas être attribuée à des débris de roches houillères arrachés aux parois de la cheminée par le magma éruptif en voie d'ascension.

Ces mines de diamant du Transvaal, situées dans un niveau géologique plus profond que les cheminées de la Colonie du Cap ou de l'Etat libre d'Orange, viennent à l'appui de la théorie qui veut que le diamant soit un élément primordial de la kimberlite. Du reste, après les remarquables expériences de M. Moissan, on pouvait soupçonner qu'à de grandes profondeurs, dans un magma éruptif basique, le carbone ne pouvait cristalliser que dans sa modification la plus dense, le *diamant*.

1. Pour plus de détails sur ces gisements, voir : G.-A.-F. Molengraaff, **32**, p. 144 et **31**; et M. Francke, **17**. Aanhangsel B.

Ouvrages consultés

1. A. Geddes Bain. — On the geology of Southern Africa. *Trans. of the geol. Society*, 2, vol. VII, p. 175. London, 1856.

2. A. Bordeaux. — Etudes sur les champs aurifères de Lydenburg, de Kaap et du Charterland. *Annales des Mines*, 9, XI, p. 273. Paris, 1897.

3. J.-G. Bousquet. — De tegenwoordige toestand von de goudmijn-industrie in de Kaapformatie van de Lijdenburg goudvelden. Jaarrapport van den Staats-myningenieur orer het jaar 1896. Aanhangsel D., Pretoria, 1897.

4 E. Cohen. — Briefl. Mittheilung aus Süd-Afrika. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1873, p. 511.

5. Id. — Ueber eigenthümliche Melaphyrmandelsteine aus Süd-Afrika. *Neues Jahrb.*, etc., 1875, p. 113; et Id. Mandelstein aus den Maluti-bergen, Süd-Afrika. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1880, I, p. 96. Stuttgart, 1880

6. Id. — Erläuternde Bemerkungen zu der Routenkarte einer Reise von Lijdenburg nach den Goldfeldern und von Lijdenburg nach der Delagoa-Bai im östlichen Süd-Afrika. *II Jahresber. der geographischen Ges. in Hamburg*, 1875.

7. Id. — Geognostisch-petrographische Skizzen aus Süd-Afrika. *II. Neues Jahrbuch*, etc., Beilage, Bd. V, p. 195, 1887.

8. Id. — Ueber eine nördlich von Pretoria (Transvaal) im Granit gelegene Salzpfanne. *Tschermak's Min. und petr. Mittheilungen* 2, XV. Wien, 1895.

9. P.-H. Dahms. — Ueber einige Eruptivgesteine aus Transvaal in Süd-Afrika. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, etc. Beilage, Bd. VII, p. 90, 1890.

10 D. Draper. — The Dwyka Conglomerate. *Transactions of the geological Society of South Africa*, I, p. 90. Johannesburg, 1896.

11. Id. — On the coal deposits of South-Africa. *Transactions of the geological Society of South Africa*, Vol. III, p. 128. Johannesburg, 1898.

12. Id. — A ramble through the geology of South Africa II. The denudation of the continent. *Transactions of the geol. Society of South-Africa*, Vol. III, p. 34. Johannesburg, 1898.

13. E.-J. Dunn.—Report on a supposed extensive deposit of coal underlying the central districts of the colony. *Partiamentary Paper*. Capetown, 1886.

14. Id. — Geological sketch map of South-Africa. Melbourne, 1887.

15. O. Feistmantel.— Uebersichtliche Darstellung der geologisch-palaeontologischen Verhältnisse Süd-Afrikas I. Die Karrooformation und die dieselbe unterlagernden Schichten. *Abhandl. der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschafte*, 7. III. Prag, 1889.

16 M. Francke. — Rapport over de Malmanie-goudvelden. *Jaarrapport van den Staatsmyningenieur over het jaar 1897*, Aanhangsel, B, Pretoria, 1890.

17. Id. — Rapport over den mijnbouw in het Pretoria-inspectieveld. *Jaarrapport van den Staatsmyningenieur over het jaar 1898*. Pretoria, 1899.

18. W. Gibson. — The geology of the gold-bearing and associated rocks of the Southern Transvaal. *Quart. Journal of the geological Society*, XLVIII, p. 404. London, 1892.

19 J. Götz. — Untersuchung einer Gesteinssuite aus der Gegend der Goldfelder von Marabastad im nördlichen Transvaal. *Neues Jahrb. für Min.*, etc. Beilageband IV, p. 115, 1885.

20 A.-H. Green. — On the geology and physical geography of the Cape Colony. *Quart. Journ. of the geol. Society*, Vol. XLIV, p. 239. London, 1888.

21. C.-L. Griesbach. — On the geology of Natal. *Quart. Journ. of the geol. Society*, Vol. XXVII, p. 53. London, 1871.

22. F.-H. Hatch. — A geological map of the Southern Transvaal. London, 1897.

23. Id. — A geological survey of the Witwatersrand and other districts in the Southern Transvaal. *Quart. Journ. of the geol. Society*, Vol. LIV, p. 73. London, 1898.

24. J.-A.-L. Henderson. — On certain Transvaal Norites, Gabbros and Pyroxenites and other South African rocks. London, 1898.

25. A. Hübner. — Geognostische Skizzen von den Süd-Afrikanischen Diamanten-Distrikten. *Petermann's Geogr. Mittheilungen*, XVII, p. 81, 1871.

26. Id. — Geognostische Skizzen aus Süd-Afrika. *Petermann's Geogr. Mittheilungen*, XVIII, p. 422. Gotha, 1872.

27. M.-L. de Launay. — Les mines d'or du Transvaal. *Annales des Mines*, 9, IX, p. 1. Paris, 1896.

28. K. Mauch. — Reisen in Süd-Afrika. *Petermann's Geogr. Mittheilungen*. Ergänzungsheft, 37. Gotha, 1874.

29. G.-A.-F. Molengraaff. — Ueber einige Erz-und Mineralvorkommen in der Südafrikanischen Republik Transvaal. *Zeitschr. für Krystallographie*, XXII, p. 150, 1893.

30. Id — Beitrag zur Geologie der Umgegend der Goldfelder auf dem Hoogeveld in der Südafrikanischen Republik. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, etc. Beilageband IX, p. 174. Stuttgart, 1894.

31. Id. — Diamonds at Rietfontein. *Transactions of the geological Society of South Africa*, Vol. III, p. 122. Johannesburg, 1898.

32. Id. — Annual Report of the State Geologist of the South African Republic for the year 1897. *Transactions of the geological Society of South Africa*, Vol. IV, p. 119, Johannesburg, 1898. (Traduit du rapport officiel en hollandais. Groenboek, N° 16. Pretoria, 1898).

33. Id. — The glacial origin of the Dwyka Conglomerate. *Transactions of the Geological Society of South Africa*, Vol. IV, p. 103. Johannesburg, 1898.

34. Id. — Geologische Aufnahme der Süd-Afrikanischen Republik. *Jahresbericht über das Jahr 1898*. Pretoria, 1900. (Traduit du rapport officiel en hollandais. Groenboek, N° 16. Pretoria, 1899).

35. Id. — Die Reihenfolge und Correlation der geologischen Formationen in Süd-Afrika. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1900, I, p. 113. Stuttgart, 1900.

36. M.-A. Moulle. — Mémoire sur la géologie générale et sur les mines de diamants de l'Afrique du Sud. *Annales des Mines*. Série VII. Année 1885, p. 192. Paris, 1885.

37. H. Ohmichen. — Goldhaltige Kobaltgänge in Transvaal. *Zeitschr. für praktische Geologie*. Bd. VII, p. 271. Berlin, 1899.

38. R.-D. Oldham. — A manual of the geology of India, Calcutta, 1893.

39. W.-H. Penning. — A sketch of the high level coal-fields of South-Africa. *Quart. Journal of the geological Society*, Vol. XL, p. 650. London, 1884.

40. Id. — A sketch of the gold-fields of Lydenburg and de Kaap in the Transvaal. *Quart. Journal of the geological Society*, Vol. XLI, p. 569, 1885.

41 Id. A contribution to the geology of the Southern Transvaal. *Quart. Journ. of the Geological Society*, Vol. XLVII, p. 452, 1891.

42. A.-R. Sawyer. — The South Rand Coalfield and its connexion with the Witwatersrand Banket-Formation. *Trans. of the Feder. Institution of Mining Engineers*, Vol. XIV, Newcastle upon Tyne, 1898.

43. A.-R. Sawyer. — The goldfields of Mashonaland.

44. Id. — The Portuguese Manica goldfield. *Transactions of the Fed. Instit. of Mining Engineers*. Février 1900. London, 1901.

45. A. Schenck. — Geologische Skizze von Süd-Africa. *Petermann's Geogr. Mittheilungen*. Bd. XXXIV, p. 225. Gotha, 1888.

46. Id. — Ueber Glacial-erscheinungen in Süd-Afrika. *Verhandl. des 8ten Deutschen Geographentages zu Berlin*, p. 145. Berlin, 1889.

47. A.-C. Seward. — Note on plant-remains from Vereeniging, Transvaal. *Quart. Journal of the geol. Society*, LIV, p. 92. London, 1898.

48. G.-W. Stow. — On some points of South-African geology. *Quart. Journal of the geol. Society*, Vol. XXVII, p. 28, 50, 52, 497, 523 et 534. London, 1871.

49. Id. — On the geology of Griqualand-West. *Quart. Journal of the geol. Society*, Vol. XXX, p. 581. London, 1874.

50. E. Suess. — Das Antlitz der Erde I. Wien, 1885.

51. P.-C. Sutherland. — On the geology of Natal. Durban, 1868.

52. Id. — Notes on an ancient boulderclay of Natal. *Quart. Journal of the geol. Society*, Vol. XXVI, p. 514. London, 1870.

53. E.-A. Wülfing. — Untersuchung eines Nephelin-syenits aus dem mittleren Transvaal in Süd-Afrika. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1888, II, p. 16. Stuttgart, 1888.

54. R. Zeiller. — Etude sur quelques plantes fossiles, en particulier *Vertebraria* et *Glossopteris* des environs de Johannesburg (Transvaal). *B. S. G. F.*, 3, tome XXVI, p. 349. Paris, 1896.

UNE SOLUTION PALÉONTOLOGIQUE

LE NÉOGÈNE SUR LA FEUILLE DE MONTPELLIER

par M. **P.-G. de ROUVILLE.**

1. — Sous le titre, *Une solution paléontologique*, nous annoncions, il y a peu de temps, l'attribution définitive à l'horizon berriasien des calcaires à Serpules de La Valette.

Nous nous faisons un devoir de rouvrir cette rubrique pour annoncer, cette fois, l'attribution, conforme aux conclusions de M. Roman, des calcaires miroitants crétacés de Saturargues et de l'Hortus à l'horizon du Valanginien supérieur.

M. Gennevaux, dont je signale pour la seconde fois le zèle géologique, a bien voulu, sur ma prière, consacrer une de ses dernières excursions à la recherche de fossiles sur le lieu précis indiqué par M. Roman dans sa coupe du causse de Pompignan [1] ; il en a recueilli un certain nombre, parmi lesquels notre collègue M. le professeur Kilian, à la compétence duquel nous les avons soumis, a reconnu les espèces suivantes :

« Adulte de *Hoplites pexiptychus* Schl. — *Roubaudi* d'Orb.
Hoplites Frantzi Kil. (= *Ottmeri* Neum. et Uhl. p. p.).
Hoplites Albini Kil.
Holcostephanus psilostomus Neum. et Uhl.
Duvalia lata (Blainv. sp.).
Hibolites jaculum Phil.
Pholadomya elongata Münst.
Arca cf. *ferruginea*.
Vola (*Janira*). Valve plate.
Pygurus rostratus Ag. Typique. »

M. Kilian ajoute :

« Cette faune appartient sans aucun doute au Valanginien supé-
« rieur, malgré la présence de *Hopl. Frantzi* et de *Holcostephanus*
« aff. *psilostomus*, formes plutôt hauteriviennes.

« L'existence de *Duvalia lata* accuse son âge valanginien.

« C'est à peu près le niveau du Fontanil, ou plutôt un peu plus
« récent (le *Pygurus* du Fontanil n'est pas le vrai *rostratus*) ».

Le niveau des calcaires miroitants, si tant est que ce faciès ne se

1. *B. S. G. F.*, 2e s., t. XXVII, p. 518 ; t. XXVIII, p. 774.

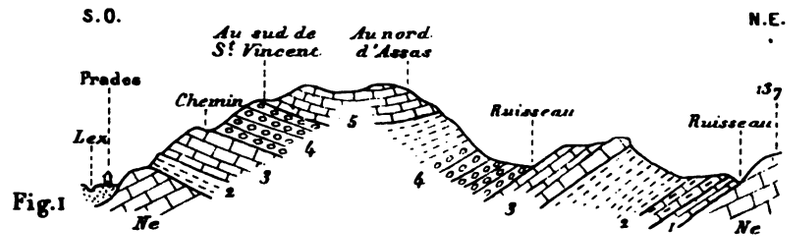


Fig. 1

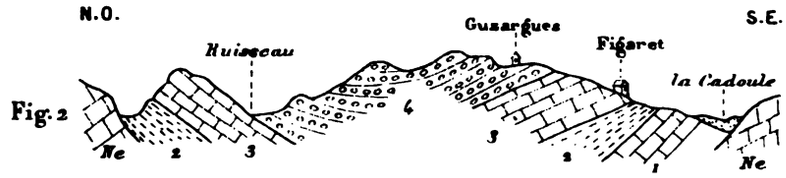


Fig. 2

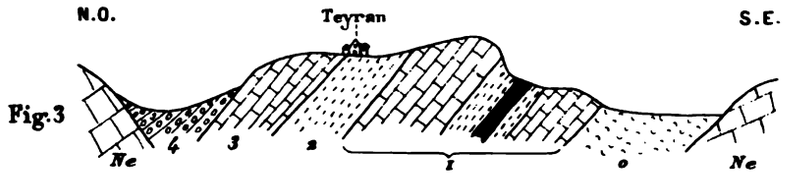


Fig. 3

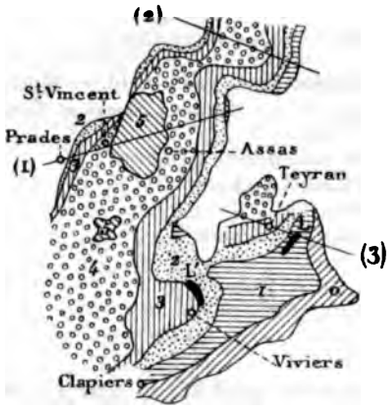


Fig. 4

Fig. 4. — Plan du territoire d'Assas-Viviers-Teyran (Hérault). Echelle 1/160.000e environ. — Fig. 1-2-3. — Coupes suivant les directions (1), (2), (3), du plan.

5, Calcaire oligocène à *Limnæa longiscata ;* 4, Poudingues et marnes (horizon de l'*Anthracotherium*) ; 3, Calcaire lacustre supérieur (Tongrien) ; L', Lignites à *Paleotherium* de Viviers ; 2, Marnes et grès à Lophiodon ; L, Lignites de Teyran à *Bulimus Hopei ;* 1, Calcaire lutétien contenant à Teyran : *Bulimus Hopei* M. de S., *B. Seresi*, *Planorbis pseudoammonius* Schl., *Limnæa Michelini* Desh., *Strophostoma Lapicida* Leufroy, *Helix Marioni* Desh., *Pupa* sp. ; — o, Horizon rouge (Garumnien de Leymerie) ; — Ne, Néocomien (Berriasien, Valanginien).

reproduise pas en âge hauterivien, se trouve donc définitivement établi comme Valanginien supérieur.

Desitum est disputari.

Pourrons-nous en dire bientôt autant du Néogène lacustre de la feuille de Montpellier? En attendant, nous appuyons, de nouvelles coupes, dans la note suivante, notre interprétation de 1875.

***

II. — M. Gennevaux, témoin intelligent et attentif de l'application de la méthode de continuité, faite sous ses yeux, au complexe lacustre de Grabels-Coulondres [1], a étendu le champ de ses observations au territoire d'Assas-Viviers-Teyran, où le Bartonien a reçu, sur la feuille de Montpellier, une extension qui ne nous paraît pas lui convenir.

A cet effet, il a dressé le plan et les coupes ci-jointes dont l'interprétation, différente de celle qui leur a été donnée [2], mettent en relief, à nouveau, et confirment la régularité et la netteté des éléments stratigraphiques de notre complexe lacustre.

Ils montrent, de plus que nos schémas précédents [1], un double niveau de lignite : l'un se rattachant à celui de La Caunette ou Lutétien, l'autre, à celui de Coulondres ou Priabonien ; le premier avait été déjà reconnu par M. Delage dans le calcaire à *Planorbis pseudoammonius* Schl. à Grabels, au point où la route, qui mène de ce village à la route de Grabels, est traversée par un remarquable dyke basaltique.

Dans la nouvelle région, comme à St-Gely, le Bartonien sépare le calcaire à *Bulimus Hopei* M. de Serres, du calcaire à *Melanopsis mansiana* Noulet. Le lignite inférieur s'y trouve compris entre deux calcaires dont le supérieur ne fournit pas de Bulime.

Enfin, le tout supporte le calcaire à *Lymnæa longiscata* Brong., en recouvrement immédiat et concordant, non pas sur le Bartonien, comme il a été dit [2], mais sur le Poudingue oligocène.

Ce poudingue, dans toute notre région, revendique l'allure indépendante, attribuée [3], à tort selon nous, au Poudingue bartonien.

La série de St-Gely se présente donc dans la région d'Assas-Teyran, augmentée d'un terme distingué sous la rubrique L^1 dans la Carte géologique de 1875.

1. *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 602, 1900.
2. Coupes d'Assas et de Teyran. ROMAN, thèse, p. 170-185.
3. ROMAN, thèse, p. 171.

SUR L'AGE DES ROCHES ÉRUPTIVES DU CAP D'AGGIO

(ALPES-MARITIMES)

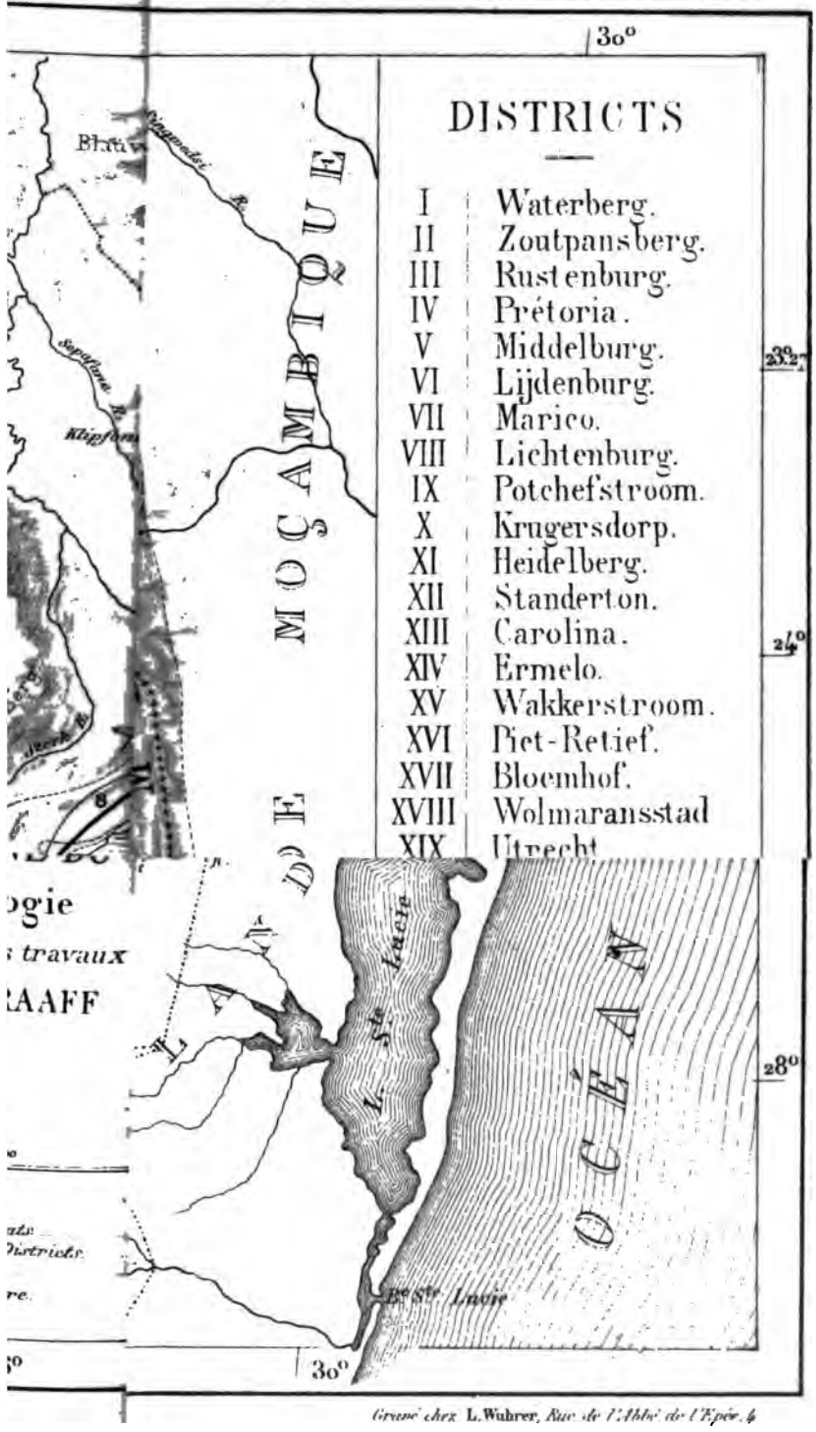
par M. **Léon BERTRAND.**

La communication intéressante faite par M. Guébhard dans la séance du 3 décembre dernier (*Comptes-rendus sommaires*, t. XXVIII, p. 147), où il indique que les tufs cinéritiques de Biot sont du Miocène supérieur, rajeunit notablement l'âge admis jusqu'ici généralement pour les éruptions de labradorites dans le Sud des Alpes-Maritimes. Il est d'ailleurs très vraisemblable que ces éruptions ne sont pas toutes contemporaines et que certaines d'entre elles datent de la fin du Pliocène ou même du Pléistocène [1].

En particulier, il me paraît certain, actuellement, que les éruptions qui ont donné naissance aux roches analogues situées au Cap d'Aggio et dans le voisinage doivent se rapporter à une date très récente. Je ne connais d'ailleurs en ce point aucune roche éruptive *en place*, soit en coulée, soit en produits de projection. Le gisement du Cap d'Aggio est formé de produits de projection *remaniés et stratifiés*, formant un placage contre la falaise de calcaires jurassiques ; il en est de même pour un autre gisement situé à un kilomètre au nord-est, au fond d'une baie, presque en vue de Monaco, aussi au niveau de la mer. Dans ces deux gisements, on a de véritables dépôts formés uniquement de matériaux éruptifs. Par contre, au-dessus de la gare de la Turbie, ces éléments sont disséminés au milieu d'un dépôt de galets de plage, probablement pléistocène ou au plus du Pliocène supérieur. De même, on retrouve les mêmes matériaux éruptifs dans une tranchée de la route de la Corniche, auprès de Monaco, au-dessus du second gisement du bord de la mer cité plus haut, dans une puissante formation bréchoïde qui me paraît à peu près contemporaine du remplissage des fentes du calcaire jurassique de Monaco, c'est-à-dire de la formation de la brèche ossifère de cette localité.

Quant à l'origine de ces matériaux éruptifs, ils me paraissent provenir d'éruptions ayant eu lieu par une ou plusieurs cheminées situées actuellement sur l'emplacement de la mer, mais très près du rivage actuel ; leur âge serait très récent, car elles dateraient du Pléistocène ou, au plus, du Pliocène supérieur.

1. M. Ambayrac, déjà, a signalé deux gisements de ces roches dans les poudingues du delta du Var.

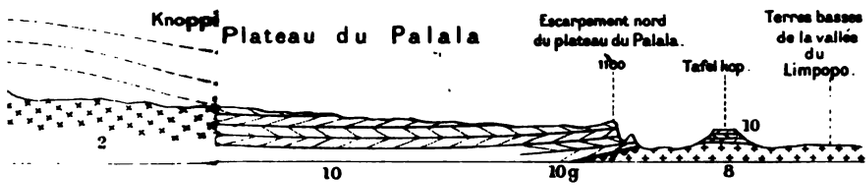


Gravé chez L. Wuhrer, Rue de l'Abbé de l'Epée, 4

_ Coupe sché

N.

and



aal) et le territoi UD-AFRICAINE

L a g éologiques

Montagn environ ende.

srust d'après le

Lisbon

5 Série de la Dolomie : *Dolomies et silex.*
- *Horizon du* Theta-Reef.
- DL *Horizon du* Diggers-Leaders *équivalent au gisement de* Barrett's-Berlin *et au* Tweefontein-Reef.

4 Série du Black-Reef : *grès, quartzites, conglomérats aurifères, arkoses, schistes, etc.*

3 *Roches amygdaloïdes du* Kliprivier.

2 *Granite ancien.*

1 Système primaire Sud-Africain : *schistes crystallophylliens, quartzites phyllades etc.*
- Ib Série du Witwatersrand.
- Ia Série de Barberton ou du Hospital-Hill.

δ *Diabases*

Lith. Dufrénoy, Paris.

ÉTUDE

SUR LA

TECTONIQUE DU JURA FRANC-COMTOIS

par M. E. FOURNIER.

La chaîne du Jura a été, depuis les débuts mêmes de la science géologique, l'objet d'études si nombreuses et si détaillées de la part de savants éminents tels que MM. Marcou, Thurmann, Thirria, Vézian, Parandier, Bertrand, Kilian, Résal, Lory, Choffat, Bourgeat [1], etc., etc., qu'il semble qu'il y ait quelque témérité à prétendre qu'on puisse encore trouver du nouveau dans une région si bien connue.

Néanmoins, les nombreuses excursions géologiques et spéléologiques que nous avons faites dans cette région depuis 1896 nous ont permis de relever un grand nombre de coupes et de constater plusieurs phénomènes très intéressants au point de vue tectonique et qui avaient passé jusqu'ici à peu près inaperçus, ou avaient été mis en lumière d'une manière insuffisante.

En coordonnant ces phénomènes, nous sommes arrivé à nous faire de la structure géologique de la chaîne du Jura une conception qui, comme nous allons essayer de le montrer, diffère en bien des points de celle que l'on pouvait considérer jusqu'ici comme classique.

Au point de vue tectonique on peut diviser le Jura Franc-Comtois en six zones qui sont en allant de l'est à l'ouest :

I. La *zone de la Haute-Chaîne*, constituée par une épaisse masse de Jurassique supérieur, plus ou moins plissée, dans laquelle s'enchâssent des chapelets de brachysynclinaux amygdaloïdes dont le noyau est occupé par le Crétacé et l'Infra-crétacé.

II. La *zone des grands plateaux* comprenant tous les étages du Supra et du Médiojurassique, avec failles d'importance variable.

1. Il sortirait absolument du cadre que nous nous sommes imposé d'entreprendre de donner ici un index bibliographique, même sommaire, des principaux travaux publiés sur cette région, nous nous contenterons dans le courant de cette étude de renvoyer le lecteur à ceux de ces travaux dans lesquels les questions tectoniques qui nous occupent ont été abordées.

III. La *zone plissée du Vignoble*, composée de chapelets de brachyanticlinaux séparés les uns des autres par des bandes synclinales faillées. Les noyaux des brachyanticlinaux sont constitués par le Trias, le Lias et le Jurassique moyen. L'axe des bandes synclinales par le Jurassique supérieur.

IV. La *zone occidentale des plateaux* limitant au nord-ouest la vallée moyenne du Doubs, depuis Montbéliard [1].

V. La *zone des avant-monts du Jura* et le pointement amygdaloïde ancien *de la Serre*.

VI. La *zone des bassins d'effondrement* des vallées de l'Ognon et de la Saône.

Cette dernière zone est limitée du côté de l'ouest par une série qui peut être considérée comme formant la bordure orientale du Bassin de Paris

Nous allons étudier successivement ces différentes zones, en n'insistant pour chacune d'elles que sur les faits nouveaux de nature à modifier l'interprétation qui en a été donnée jusqu'ici.

I. Zone de la Haute-Chaîne ou Zone des brachysynclinaux crétacés

Cette zone s'étend sur la partie orientale des feuilles de Saint-Claude, Lons-le-Saulnier, Pontarlier, Ornans. Elle est particulièrement caractérisée sur ces deux dernières feuilles et surtout sur celle de Pontarlier où elle est formée d'une série de chapelets de brachysynclinaux et de brachyanticlinaux dont les axes sont dirigés sensiblement N.E.-S.O. C'est le Jurassique supérieur (Oxfordien, Rauracien et Virgulien) qui forme le noyau des brachyanticlinaux, tandis que l'axe des brachysynclinaux est constitué par l'Infracrétacé et la partie inférieure du Crétacé (Cénomanien). La structure amygdaloïde est beaucoup plus nette dans les chapelets synclinaux que dans les chapelets anticlinaux. On peut citer comme brachyanticlinaux typiques ceux du mont de Saint-Sorlin, du bois de Pierre-qui-Tourne, du Grand-Bois, de Montperreux, de Montpetot, etc. Comme brachysynclinaux il faut noter surtout ceux de Ronde-Fontaine, Remoray, Saint-Point, Mouthe, Châtel-Blanc et, en Suisse, celui du lac de Joux.

1. Dans une récente étude *Sur les réseaux hydrographiques du Doubs et de la Loue*, nous avons eu l'occasion de signaler l'existence de ces premières zones et de montrer le rôle qu'elles jouent dans l'hydrographie. *Ann. de Géographie*, N° 45, 15 Mai 1900.

Quelques-uns de ces brachysynclinaux présentent sur l'un et l'autre de leurs flancs un déversement qui peut parfois atteindre une grande intensité.

C'est ce qui se produit par exemple sur la partie moyenne du lac de Saint-Point entre Saint-Point et Bellerive (fig. 1) et aussi entre Malbuisson et Chaudron.

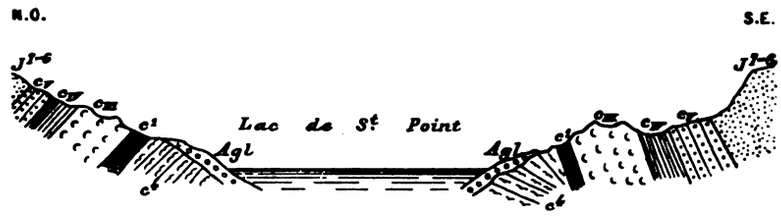


Fig. 1. — Coupe de la partie moyenne du lac de Saint-Point.
Echelle 1/25.000e environ.

A_{gl}, Alluvions glaciaires ; c^1, Cénomanien ; c^1, Gault ; c_{III}, Urgonien c_{IV}, Hauterivien ; c_V, Valanginien ; J^{7-6}, Portlandien.

L'intensité du déversement varie d'ailleurs d'une manière considérable d'un point à un autre. Ainsi, tandis que les couches de calcaire cénomanien que l'on observe sur la rive droite du ruisseau du moulin de Chaudron, plongent avec une inclinaison inférieure à 45° sous le Gault et l'Urgonien, on voit les couches situées plus au nord se redresser rapidement de telle sorte que, sur le sentier qui conduit à la Source-Bleue, l'Hauterivien et le Valanginien présentent des couches à peu près verticales. Si l'on suit ces dernières dans la direction du Malbuisson on voit le renversement s'accentuer à tel point qu'en certains endroits le plongement vers le sud n'est plus que d'environ 45°. Des variations analogues s'observent dans les brachysynclinaux d'Oye et Pallet et de Remoray.

Le brachysynclinal de Saint-Point est bordé de deux brachyanticlinaux : au nord-est, par celui de Pierre-qui-Tourne dont l'axe est constitué par une crête astartienne ; au sud-est, par celui de Montperreux dont le noyau est en majeure partie constitué par le Virgulien mais qui laisse même apparaître, dans la profonde vallée où passe le chemin de fer de Pontarlier aux Hôpitaux-Neufs, un peu de Rauracien, d'Oxfordien et même de Bathonien.

C'est dans ce même ravin, mais beaucoup plus au nord, près de la Fontaine intermittente (Fontaine-Ronde) que l'on observe une des coupes les plus singulières de la région. En effet, au fond de ce ravin, encaissé entre deux falaises abruptes de Jurassique, on

voit affleurer du Valanginien en couches horizontales, ainsi que le montre la figure 2. Le Jurassique supérieur qui surmonte ce Valanginien est lui-même en série renversée. Au premier abord, l'idée

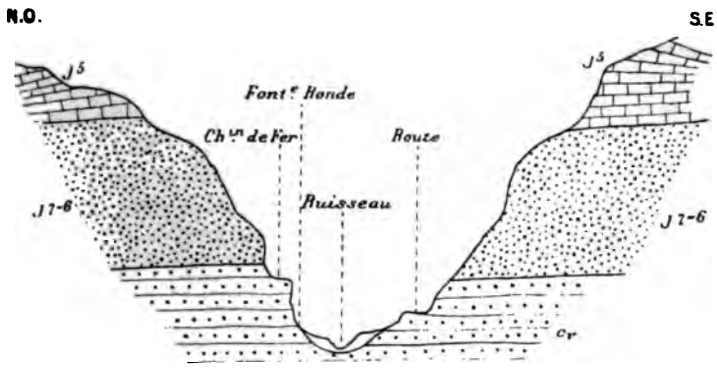


Fig. 2. — Coupe à la Fontaine-Ronde. — Echelle 1/18.000e.
Même légende. — J^5, Virgulien.

qui se présente le plus naturellement à l'esprit, est qu'on a là affaire à une nappe de recouvrement dans le flanc renversé de laquelle les érosions qui ont creusé le ravin sont parvenues à mettre à nu le Valanginien. Si une pareille coupe se présentait avec une telle netteté dans les Alpes ou en Provence, beaucoup de

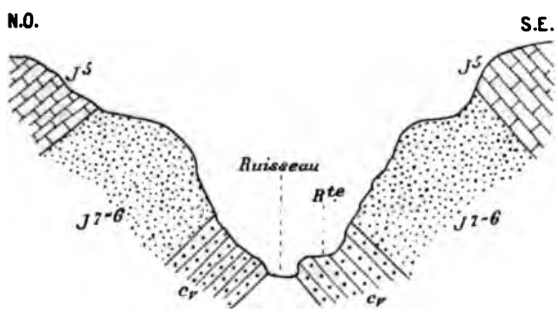


Fig. 3. — Coupe prise à 2 kilomètres au sud de la précédente.
Echelle 1/20.000e environ. — Même légende.

géologues n'hésiteraient pas un seul instant à y voir une *preuve directe* de l'existence d'une nappe charriée. Le seul fait que nous sommes ici dans la chaîne du Jura, que les travaux classiques des géologues les plus éminents nous ont habitué à considérer comme

un type de chaîne régulière, devait déjà nous mettre en garde contre cette interprétation. Nous avons donc entrepris de suivre le contact entre le Portlandien et le Valanginien afin de voir si l'allure des couches ne se modifierait pas dans une certaine direction.

Or, à deux kilomètres environ au sud de la Fontaine-Ronde, nous avons vu les couches se relever et plonger en sens inverse à environ 45° de part et d'autre du thalweg ainsi que le montre la figure 3.

Enfin, près de Touillon et Loutelet, au moment où la route va sortir du ravin pour déboucher dans la plaine glaciaire de Métabief, le relèvement s'accentue brusquement, les couches demeurent verticales et même normales, de sorte qu'une coupe relevée près de Métabief ou aux environs de Longueville (fig. 4),

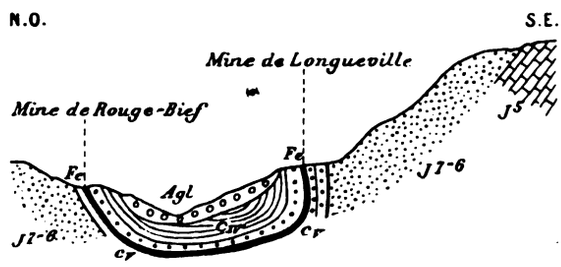


Fig. 4. — Coupe à la mine de Longueville. — Echelle 1/40.000e environ. Même légende. — *Fe*, Limonite.

Nota. — Une partie de cette coupe a déjà été donnée par Résal.

nous montre les couches infracrétacées (qui tout-à-l'heure semblaient recouvertes par le Jurassique) formant l'axe d'un synclinal. La conclusion s'impose : l'inclinaison des couches du Jurassique formant les flancs du synclinal s'accentue au fur et à mesure que l'on s'avance vers le nord-est et cela à tel point que les deux flancs jurassiques se couchent jusqu'à l'horizontale et viennent se toucher au-dessus des couches infracrétacées.

J'ai déjà signalé des faits tout-à-fait analogues en Provence ; plusieurs géologues les ont considérés comme une impossibilité. Ici ils sont visibles et partant, si on refuse de les admettre, on sera amené comme je le montrerai tout-à-l'heure à la conception qu'une grande partie de la chaîne du Jura est en recouvrement.

Tous les brachysynclinaux de la Haute-Chaîne ne présentent

pas des phénomènes de renversement aussi accentués que ceux du lac de Saint-Point et de la Fontaine-Ronde mais un grand nombre présentent un renversement dans la partie médiane ou au moins un fort redressement dans l'un de leurs flancs ou dans tous les deux. Quand un flanc seulement est redressé ou renversé, c'est toujours le flanc sud-est, ce qui montre qu'il y a vers le nord-ouest une tendance à l'affaissement. Nous verrons tout-à-l'heure la même tendance se manifester dans les failles qui, comme l'a dit Thurmann d'une manière fort pittoresque « ont toujours le regard français ».

Dans la Haute-Chaîne deux brachysynclinaux à flancs renversés sont toujours séparés par un brachyanticlinal à double déversement; ainsi, par exemple, entre la Fontaine-Ronde et le lac de Saint-Point on observe la coupe représentée par la figure 5.

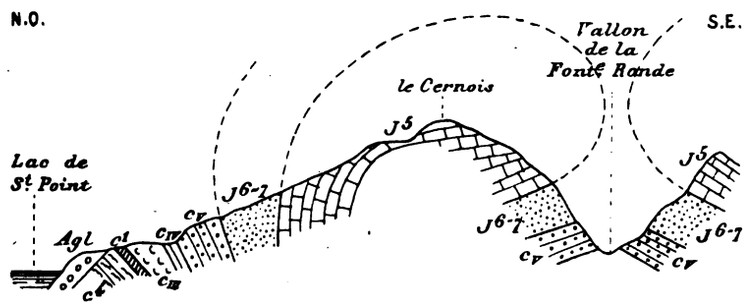


Fig. 5. — Coupe entre la Fontaine-Ronde et le lac de Saint-Point. Echelle 1/40.000e — Même légende.

Ces brachysynclinaux et brachyanticlinaux s'orientent en chapelets dont la notion doit être, pour la Haute-Chaîne, substituée à celle des chaînons parallèles ou, si l'on veut conserver le terme de chaînons, il importe de préciser qu'ils présentent des points d'ensellement[1] correspondant en réalité à des extrémités de brachyanticlinaux. Les cours d'eau ont profité de ces points d'ensellement pour passer d'une zone synclinale dans la suivante.

Quant aux brachysynclinaux, ils sont tous occupés par des lacs, des tourbières ou des dépôts glaciaires[2]. Il serait fastidieux de décrire ici tous les brachysynclinaux et brachyanticlinaux de la Haute-Chaîne, les mêmes phénomènes s'y reproduisant toujours

1. A. de Lapparent. *Leçons de géographie physique.*
2. E. Fournier. *Ann. de géogr.*, 10 février 1900.

avec peu de modifications. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les feuilles de Lons le-Saulnier, Pontarlier et Ornans pour constater la généralité de cette structure.

II. — Zone des grands plateaux

La zone des plateaux offre peu d'intérêt au point de vue tectonique, les couches y sont sensiblement horizontales : les seuls accidents importants consistent en failles.

Une première série de failles sépare le haut plateau de la zone précédente, ce sont, en allant du sud au nord, les failles de Mournans, Courvière (Feuille de Lons-le-Saulnier), Sombacourt, Saint-Gorgon, Fuans, Luhier et Damprichard (Feuille d'Ornans). Le haut plateau (troisième plateau) est constitué par le Jurassique supérieur et principalement par l'Astartien, le Virgulien et le Portlandien ; son altitude moyenne est voisine de 800 mètres. Dans le Jura franc-comtois, il n'y a pas de limite tectonique bien nette entre le troisième et le deuxième plateau. Il faut aller jusque dans le Jura salinois pour trouver cette limite marquée par la grande faille de Montmahoux. Le deuxième plateau, dont l'altitude moyenne est voisine de 700 mètres, est constituée par du Jurassique moyen et par la partie inférieure du Jurassique supérieur.

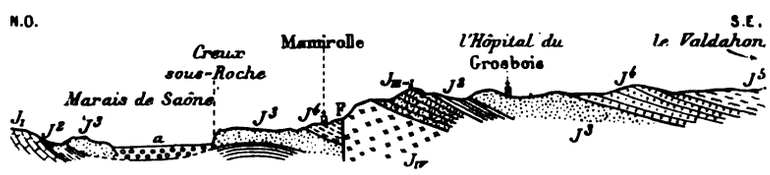


Fig. 6. — Coupe de la zone des hauts plateaux. — Echelle 1/120.000e.

F, Faille de Mamirolle ; *a*, Alluvions et tourbières ; J^5, Virgulien ; J^4, Astartien ; J^3, Rauracien ; J^2, Marnes oxfordiennes ; J_I, Bathonien supérieur ; J_{III-I}, Bathonien ; J_{IV}, Bajocien (calc. à Entroques).

Enfin le deuxième plateau est séparé du premier par la grande faille de Mamirolle et par les escarpements du Rauracien qui lui font suite vers le sud-ouest. Son altitude moyenne varie entre 4 et 500 mètres. En somme cette division des plateaux en trois zones est très artificielle, les failles qui, en certains points établissent une limite nette, s'atténuent dans une certaine direction et alors la délimitation disparaît. Les plissements qui affectent les couches de la région des plateaux sont de peu d'importance ; néanmoins ils sont suffisants pour donner naissance, à la surface

des calcaires jurassiques, à des bassins fermés, privés d'écoulement superficiel et dont le rôle, au point de vue de l'hydrologie souterraine de la région, est considérable [1]. M. Parandier [2] avait depuis longtemps déjà attiré l'attention des géologues sur l'intérêt considérable que présentent ces bassins. Depuis plusieurs années nous en avons entrepris l'étude au point de vue spéléologique et hydrologique ; cette étude fera ultérieurement l'objet d'un mémoire spécial.

C'est aussi dans la zone des plateaux qu'abondent les grottes et les gouffres dont nous avons poursuivi l'étude depuis 1896 en collaboration avec M. Magnin [3]. L'uniformité de cette zone est telle qu'une seule coupe suffit pour en donner une idée générale nous donnons ici la coupe passant par Saône, Mamirolle, l'Hôpital Etalans et le Valdahon (fig. 6).

III. Zone plissée du Vignoble

Nous avons désigné sous ce nom toute la région plissée comprise entre les plateaux orientaux que nous venons d'étudier et ceux situés à l'ouest de la vallée du Doubs. Cette zone est très large au nord de Salins où elle présente cinq chapelets de brachyanticlinaux : ceux du Bois de la Côte, Liesle, la Bourrelière, Ronchaux

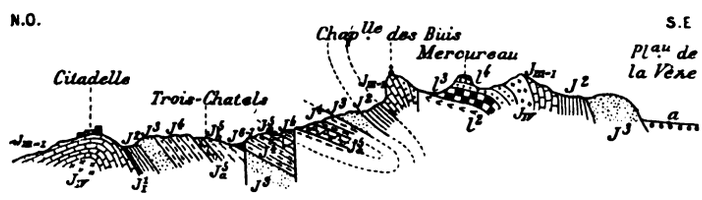


Fig. 7. — Coupe de la Chapelle des Buis. — Echelle 1/35.000e environ.

a, Alluvions et tourbières ; J^{6-7}, Poudingue du Portlandien supérieur ; J^{5}_{b}, Virgulien ; J^{5}_{a}, Ptérocérien ; J^{4}, Astartien ; J^{3}, Rauracien ; J^{2}, Oxfordien ; J^{1}_{c}, Dalle nacrée ; l^{4}, Toarcien ; l^{3}, Charmouthien ; l^{2}, Calcaire à Gryphées.

et Derrière-le-Fray. Elle se rétrécit en avançant vers le nord : ainsi, au niveau de Byans, elle ne présente plus que quatre chapelets : ceux des Chatelards, de Byans, d'Abbans-Dessus et de Vorges. Près de Besançon il n'en reste plus que deux : celui du

1. Dans la Haute Chaîne les brachysynclinaux donnent aussi parfois naissance à des bassins fermés.
2. *B. S. G. F.*, [3], XI, p. 441, 1883.
3. *Mém. Soc. Spéléol.*, N°s 21 et 24.

Rosemont et de la Chapelle-des-Buis. Enfin, plus au nord, la zone anticlinale devient unique avec les brachyanticlinaux de Mont-Sous-Vence, Ougney-le Bas, Grange-Villaley, Hyèvre-Paroisse, Clerval et Etouvans (carrière de la Reydans). Plus au nord enfin, cette zone plissée disparait, laissant en contact la zone II et la zone IV que nous étudierons tout-à-l'heure. Cette zone plissée du Vignoble a été étudiée pour la première fois, au point de vue tectonique, par M. Marcel Bertrand [1]. Je lui ai moi-même consacré une courte étude dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes* [2].

Les brachyanticlinaux de cette zone ont leur axe constitué par le Trias, le Lias ou le Médiojurassique. Les bandes synclinales qui les séparent ont leur axe constitué par le Jurassique supérieur. J'ai montré qu'un certain nombre de brachyanticlinaux présen-

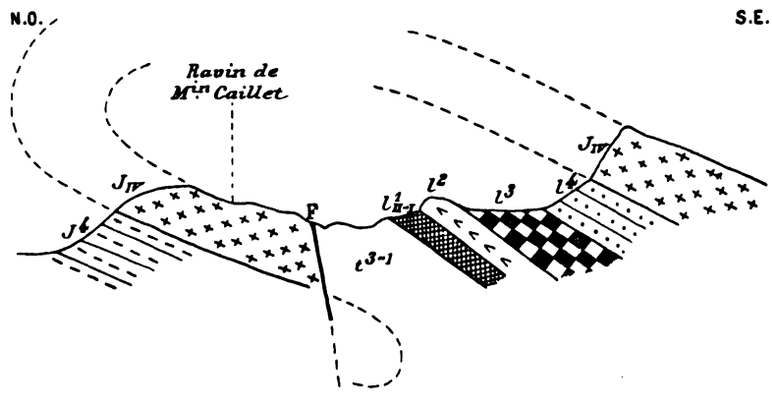


Fig. 8. — Coupe du Moulin-Caillet. — Echelle 1/20.000' environ.
Même légende. — l^{1}_{II-I}, Rhétien et Hettangien; t^{3-1}, Keuper.

taient un double déversement au nord-ouest et au sud-est : je ne reproduirai ici que la plus caractéristique de ces coupes, celle de la Chapelle-des-Buis, qui montre avec netteté ce double déversement (fig. 7).

La faille des Trois-Châtels conserve, tout le long du pli, une direction sensiblement verticale. M. Marcel Bertrand, dans son mémoire précité (fig. 8) lui donnait une obliquité qui allait en s'accentuant dans la direction de Morre, de sorte qu'il considérait les rochers astartiens dans lesquels sont creusées les grottes de

1. Marcel Bertrand. *B. S. G. F.*, [3], X, p. 119 et suivantes.
2. N° 336, 1898.

Saint-Léonard comme superposés par faille subhorizontale au Ptérocérien et au Virgulien que l'on voit affleurer le long de la route de Morre. Or, la grotte inférieure de Saint-Léonard s'ouvre presque au contact de la faille ; on devrait donc trouver, dans les galeries les plus inférieures de cette grotte, du Virgulien et du Ptérocérien ; j'ai pu vérifier qu'il n'en est rien et que les parties les plus profondes de la grotte sont encore dans l'Astartien.

Une autre coupe qu'il nous faut encore citer, avant de quitter cette zone des brachyanticlinaux, c'est celle du Moulin-Caillet [1] sur le flanc nord-ouest du brachyanticlinal de Vorges-Larnod. On observe là de l'Astartien recouvert presque horizontalement par du Bajocien. On pourrait même croire au premier abord que le Bajocien plonge sous le Trias, mais un examen plus approfondi montre qu'il y a une faille comme l'indique la figure 8.

Quoi qu'il en soit la coupe est singulière ; et, si l'on se trouvait dans une région moins régulière que le Jura, on pourrait ici encore supposer que l'on est en présence du flanc renversé d'une nappe de recouvrement. Les raccords figurés sur la coupe indiquent l'interprétation que nous en donnons et qui est conforme à l'idée que nous nous sommes faite de cette zone plissée.

IV. Zone occidentale des plateaux

Cette zone qui limite au nord-ouest la vallée moyenne du Doubs depuis Montbéliard, comprend les plateaux de Châtenois, Montevillars, Arcey, Etrappe, Fontenelles, Val-de-Roulans, Marchaux, Chailluz, Saint-Fergeux, Dannemarie. La majeure partie de ces plateaux est constituée par du Bajocien et du Bathonien surmontés d'Oxfordien et de Rauracien en série subhorizontale, avec quelques failles de peu d'importance généralement dirigées nord-sud.

M. Marcel Bertrand a donné une coupe schématique de cette zone, qui a été reproduite dans le *Traité de géologie* de M. A. de Lapparent, 4e édit., p. 1780, fig. 813.

Cette zone, dans sa partie septentrionale, s'appuie en concordance sur une série triasique complète qui repose elle-même sur le Trias formant la terminaison méridionale des Vosges. Plus au sud elle est séparée par une série de failles de la zone des avant-monts du Jura.

Nous n'avons observé jusqu'ici aucune particularité remarquable dans cette zone, aussi ne nous y arrêterons-nous pas plus longtemps.

1. Cette coupe a été donnée pour la première fois par M. Marcel Bertrand. *Loc. cit.*, p. 115.

V. Zone des avant-monts du Jura

Au nord-ouest de la zone précédente, s'étend un chapelet presque continu de brachyanticlinaux resserré entre les effondrements de la vallée de l'Ognon et les failles de bordure des plateaux occidentaux. Cette région a fait récemment l'objet d'une étude de M. J. Deprat [1].

Les brachyanticlinaux qui la constituent sont tous déversés vers le nord-ouest et le renversement atteint parfois une telle intensité que les couches sont voisines de l'horizontale.

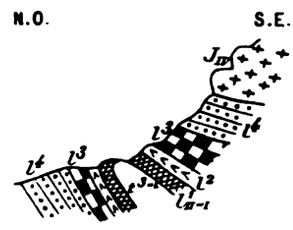


Fig. 9. — Brachyanticlinal de Merrey-Vielley. — Echelle 1/80.000e. — D'après M. J. Deprat. — Même légende.

L'axe de ces brachyanticlinaux est constitué par le Trias et le Lias. Nous citerons ceux de Mercy-Vieilley (fig. 9), celui au sud de Bonnay, ceux de Tallaneny, Châtillon, Miserey (fig. 10), Pouilley, Champagney, Mazerolles. Ces derniers ne présentent pas de déversement, mais une forte dissymétrie : l'inclinaison la plus forte étant celle du flanc nord-ouest.

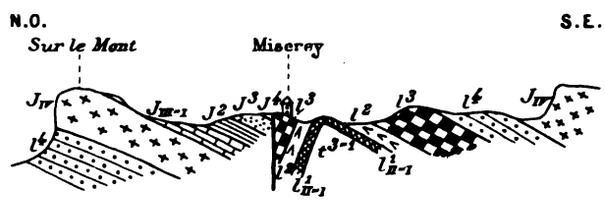


Fig. 10. — Brachyanticlinal de Miserey. — Echelle 1/40.000. — D'après M. J. Deprat. — Même légende.

Les terrains anciens des Vosges que l'on voit, dans la partie septentrionale de la feuille de Montbéliard, disparaître sous le Trias (lequel s'enfouit lui-même sous le Jurassique), reparaissent au sud-ouest de Besançon dans le massif amygdaloïde de la Serre, qui vient former comme un trait d'union entre les Vosges et le Plateau central. Le massif de la Serre a déjà fait l'objet de nombreux travaux de la part de MM. Jourdy, Bourgeat, et tout récemment de M. J. Deprat. Les terrains anciens qui constituent le noyau de la Serre ont été plissés très fortement, dès la surrection de la chaîne hercynienne comme le démontrent les lambeaux de grès vosgien qui, dans la partie centrale du massif,

1. J. Deprat. *Feuille des jeunes naturalistes*, N° 345.

reposent horizontalement sur les couches relevées des micaschistes et des gneiss. Le massif a subi ensuite, vers la fin de l'Eocène un second mouvement qui a redressé les couches triasiques et jurassiques sur tout son pourtour et les a même renversées sur une grande partie de sa bordure septentrionale ainsi que le montre la figure 11.

Fig. 11. — Coupe du massif de la Serre. — Echelle 1/60.000e environ.
Même légende. — A, Argiles à chailles; J_{I}, Bathonien sup.; J_{III-II}, Bathonien moyen et inf.; t_{I-III}, Muschelkalk; t_{III}, Grès bigarré; t_{V}, Grès vosgien; r^{2-I}, Permien; ε, Eurite; γ_{I}, Granulite; ζ, Gneiss et micaschistes avec filons granulitiques.

C'est par ce dernier mouvement que le massif de la Serre se rattache à la zone plissée des avant-monts. Quant au pli d'âge hercynien il a joué un rôle capital (déjà mis en lumière par Jourdy dans la tectonique de toute la chaîne. C'est contre ce môle que sont venues se mouler les différentes zones plissées qui ont épousé sa direction générale. En constatant l'alternance régulière des zones plissées et des zones de plateaux que nous observons dans toute la chaîne, on est même en droit de se demander si, lors du mouvement hercynien, il ne se serait pas formé sur tout l'emplacement de la chaîne du Jura une série d'aires anticlinales séparées par des zones synclinales destinées à devenir des géosynclinaux. Après la grande transgression triasique et jurassique le Jura franc comtois aurait donc présenté l'aspect indiqué dans la figure 12 (partie supérieure).

Lorsqu'à la fin de l'Eocène de nouveaux mouvements orogéniques se sont manifestés, les parties superposées aux géosynclinaux se seraient seules plissées, tandis que celles superposées aux aires anticlinales déjà très plissées, n'auraient subi que des fractures et formeraient les régions des plateaux (fig. 12, partie inférieure).

Deux des zones synclinales au moins (celle des bassins d'effondrement de l'Ognon et de la Saône et celle de la Haute-Chaîne) ont été certainement à l'état de géosynclinaux pendant l'Infracrétacé [1].

1. J. Deprat. Les bassins d'effondrement de l'Ognon et de la Saône. *Loc. cit.*, et Etudes micrographiques sur le Jura septentrional. *Soc. Hist. Nat. Doubs*, 1900.

Quant à la zone des brachyanticlinaux du Vignoble, la pénétration du Portlandien supérieur (Chapelle-des-Buis, Montfaucon) sur sa bordure méridionale semble indiquer aussi que l'affaissement qui, dans l'Oxfordien, avait amené dans cette région une faune

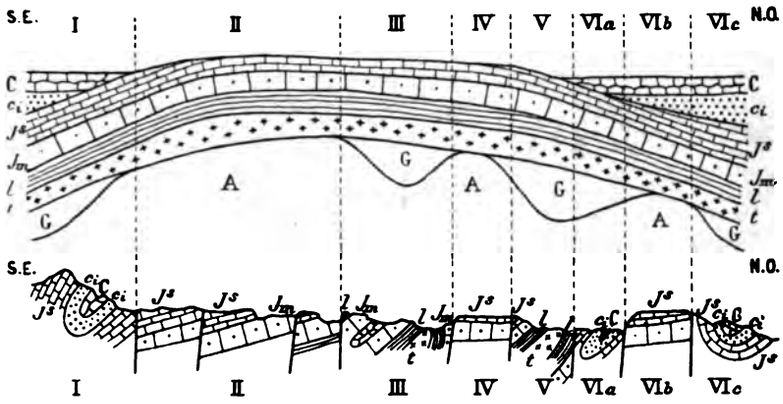


Fig. 12. — Schéma du Jura franc-comtois avant et après les plissements tertiaires.

A, Aires anticlinales hercyniennes; G, Géosynclinaux hercyniens; C, Crétacé; c_i, Infracrétacé; J^s, Suprajurassique; J_m, Mediojurassique; l, Lias; t, Trias. — I. Zone des brachysynclinaux de la Haute-Chaîne. — II, Zone des grands plateaux. — III, Zone des brachyanticlinaux du Vignoble. — IV, Zone des plateaux occidentaux. — V, Zone des avant-monts du Jura. — VIa, Synclinaux crétacés de l'Ognon. — VIb, Plateaux intermédiaires. VIc, Synclinaux crétacés de la vallée de la Saône.

pélagique, a été suivi d'une émersion en masse vers la fin du Jurassique, émersion qui a affecté à la fois la zone du Vignoble et celle des plateaux.

VI. Zone des bassins d'effondrement de l'Ognon et de la Saône.

Les vallées de l'Ognon et de la Saône sont jalonnées par une série de synclinaux crétacés souvent enfouis par faille dans le Jurassique; ceux de l'Ognon sont presque tous renversés vers le nord-ouest, ceux de la Saône sont normaux. La ligne synclinale de l'Ognon est séparée de celle de la Saône par un plateau faillé qui semble avoir joué le rôle d'une aire anticlinale, et qui se trouve exactement dans le prolongement de l'axe du massif de la Serre.

Si l'hypothèse que nous avons émise tout-à-l'heure relativement au rôle des plis hercyniens du substratum est exacte, cette coupe s'explique tout simplement : le plateau est superposé à une aire

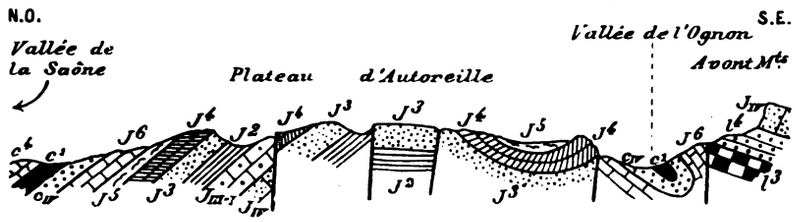


Fig. 13. — Coupe à travers les bassins crétacés de l'Ognon et de la Saône et le plateau intermédiaire (En partie d'après M. J. Deprat). — Echelle 1/120.000ᵉ environ.

Même légende. — J^6, Portlandien.

anticlinale ; les deux zones synclinales VI_a et VI_b (fig. 12) sont superposées à des géosynclinaux. La zone VI_b est renversée car elle a subi directement l'effet des plissements éocènes ; la zone VI_a est normale parce qu'elle a été protégée par l'aire anticlinale intermédiaire (fig. 13).

Ce qu'il a de remarquable dans la zone de l'Ognon c'est l'intensité considérable que le renversement peut atteindre et qui va parfois presque jusqu'à l'horizontale comme le montre la figure 14. Or, si dans cette figure on faisait abstraction de la faille qui sépare le Jurassique de la bordure nord-ouest du Crétacé du bassin, faille qui d'ailleurs n'est pas toujours très visible ; le Crétacé en question se présenterait exactement comme celui des bassins d'effondrement de Provence avec l'apparence d'un substratum récent mis à nu par l'érosion dans une nappe charriée, l'hypothèse paraît d'ailleurs si invraisemblable qu'on hésite à rapprocher ces coupes de celles des fig. 1, 2, 3, 5, 8, d'autant plus que la preuve directe de la non existence de la nappe est facile à faire.

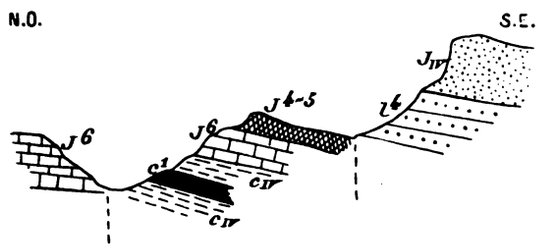


Fig. 14. — Echelle 1/25.000ᵉ environ.
J^{4-5}, Virgulien et Astartien.

Plis transverses

Nous ne voulons pas terminer cette étude sans dire quelques mots de la curieuse région qui s'étend sur la partie méridionale de la feuille de Besançon et sur la partie septentrionale de la feuille de Lons-le-Saulnier entre Grozon et Salins.

M. Marcel Bertrand avait déjà montré que le Trias et le Lias de cette région étaient toujours séparés du Jurassique par une faille oblique dont le contour est sinueux [1].

J'ai montré plus récemment que cette faille était accompagnée d'un pli couché présentant, en certains points, un déversement considérable (*Feuille des Jeunes Nat.*, loc. cit.) et que ce pli était transverse par rapport aux brachyanticlinaux du Vignoble. L'amplitude du déversement étant déjà très grande près d'Aiglepierre j'avais été amené à rechercher si cette amplitude ne serait pas plus considérable encore dans d'autres parties du pli. Or, tout récemment, j'ai été, d'une manière tout-à-fait fortuite, mis sur la voie d'un phénomène très curieux relatif à ce pli.

En classant les collections paléontologiques du Musée à Besançon j'avais remarqué plusieurs échantillons d'un petit *Pecten* (*amusium*) ressemblant à s'y méprendre au *P. pumilus* du Toarcien, empâté dans des marnes grises micacées identiques à celles du Lias supérieur et portant comme indications : *Sondage de Grozon, au-dessous du gypse*. S'il n'y avait eu qu'un seul échantillon, je n'y aurais prêté aucune attention et j'aurais considéré l'étiquette comme erronée. Mais il y en a trois portant les numéros 28, 29 et 34 de la collection des fossiles du Jura ; l'un des échantillons renferme en outre des Possidonomyes. Tous sont donnés par M. Conrod. De plus, en classant les Céphalopodes de la même collection j'ai retrouvé de nouveau un *Grammoceras striatulum* [2], dans les mêmes marnes grises, indiqué également comme provenant du sondage de Grozon *au-dessous du gypse*. J'ai fait alors de nouvelles recherches et j'ai constaté que le Frère Ogérien, dans sa Géologie du Jura, indique précisément comme ayant été trouvé dans le sondage de Grozon « *Ammonites striatulus* et *Pecten pumilus* » et il ajoute à ce sujet : « Le puits d'exploitation de Grozon atteignait, à 5 mètres au-dessous du banc de sel, une couche de *schistes bitumineux* se débitant en minces feuillets très pyri-

1. Marcel Bertrand. *Loc. cit.*, et *B. S. G. F.*, [3], XII, p. 457.
2. Même collection, N° 34.

teux, sur lesquels M. Pidancet a reconnu des *Pecten* et des empreintes d'Ammonites ». A Montmorot, près de Lons-le-Saulnier, dans la même bande triasique, le même auteur signale des fossiles toarciens sous le sel gemme : « Les échantillons de marne noire salifère de Montmorot nous ont offert quelques feuilles et tiges et une empreinte d'Ammonite que nous rapportons à *Am. striatulus* » [1]. Il y a donc lieu de supposer que le Trias de Grozon est bien renversé sur le Lias supérieur, ce qui indiquerait une pénétration assez considérable de la charnière synclinale. Nous ne voudrions pas néanmoins attacher à cette observation qui peut être discutée, plus d'importance qu'elle n'en mérite ; quoi qu'il en soit, elle établit du moins, d'une façon certaine, que les *prétendus fossiles marins du Keuper du Jura cités par Ogérien appartiennent au Lias supérieur*. De nouvelles études de détail permettront de trancher la question tectonique.

J'espère avoir pu montrer par ces quelques considérations que, même dans des régions, depuis longtemps étudiées, comme celle qui vient de faire l'objet de ce travail, il reste encore bien des observations nouvelles à glaner.

1. Ogérien. *Hist. nat. du Jura. Géologie*, p. 90.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

L'INFRACRÉTACÉ A FACIÈS VASEUX PÉLAGIQUE

EN ALGÉRIE ET EN TUNISIE

par M. A. JOLEAUD.

Préliminaires

Le BARRÊMIEN *à faciès vaseux pélagique* (formations bathyales de M. Haug[1]) n'occupe pas des espaces très considérables en Algérie et en Tunisie, mais il s'y montre sur un assez grand nombre de points et sa richesse en fossiles, particulièrement en Ammonites pyriteuses, a depuis longtemps attiré l'attention des géologues.

Coquand[2] l'a signalé dans la province de Constantine, à l'Oued Chéniour, au Djebel Taïa, à Aïn Zaïrin (localité indiquée au sud-est de Constantine, mais non retrouvée jusqu'à présent) et à Chiria, près de Sétif.

M. Nicklès[3] l'a indiqué au Djebel Ouach (au nord-est de Constantine) et à Medjez Sfa (près de Duvivier).

M. Sayn[4] l'a étudié sur ces deux points.

M. Pomel[5] l'a mentionné dans la vallée du Sig et au col des Ouled Ali, près de Sidi bel Abbès.

M. Aubert[6] en a relevé plusieurs lambeaux en Tunisie.

M. Repelin[7] l'a fait connaître de Sidi Merzoug, dans les environs d'Orléansville.

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 621.
2. *Mém. Soc. Emul. de la Provence*, 1862, t. II, p. 282. — *Bull. Académie d'Hippone*, 1880, n° 15, p. 41.
3. *C. R. Ac. Sc.*, CVIII, 7 janvier 1889, p. 75.
4. *Feuille des jeunes naturalistes*, octobre 1889, p. 164. — *C. R. Ac. Sc.*, CX, 30 juin 1890, p. 1381. — *Bull. Soc. agriculture de Lyon*, 1890. — *B. S. G. F.*, (3), XXIV, 1896, p. 1162.
5. *Descript. stratig. gén. de l'Algérie*, p. 56, 1890.
6. *Explication de la carte géol. prov. de la Tunisie*, p. 9 et suiv., 1892.
7. *Etude géologique des environs d'Orléansville*, p. 60, 1895.

M. Blayac [1] a décrit les affleurements du Djebel Daffa, du Djebel Taïa et de Medjez Sfa, dans le bassin de l'Oued Cherf.

M. Ficheur [2] a découvert ceux du Djebel el Akhal (à l'ouest de Constantine) et du massif d'Arzew [6].

L'APTIEN *à faciès vaseux pélagique* a été indiqué par Coquand [3] à Aïn Zaïrin ; à l'Oued Chéniour ; près de l'Oued el Nahar (affluent de l'Oued Cherf); dans la plaine de Temlouka : à Chepka mta Sellaoua, au nord-est d'Oum el Bouaghi ; au Djebel Babor, dans la Petite Kabylie ; à Sakkamoudi, sur la route d'Alger à Aumale et à Teniet el Haâd, ces deux derniers points dans la province d'Alger.

L'un de ces affleurements, celui de l'Oued Chéniour, a été depuis l'objet d'une exploration complète de la part de M. Blayac [1].

MM. Le Mesle [4], Aubert [5] et Pervinquière [6] signalent cet étage en divers points de la Tunisie [7].

Il nous a été donné pendant un long séjour dans nos possessions de l'Afrique du nord, de pouvoir faire, à notre tour, sur ces formations, quelques études stratigraphiques et paléontologiques : nous en donnons un premier résumé dans la présente note.

Environs de Constantine : le Djebel Ouach

Au nord-est de Constantine s'élève un massif montagneux formé de puissantes assises de grès medjaniens, c'est le Djebel Ouach (la montagne sauvage), qui atteint 1.202 mètres à El Hadjar es Safra (les pierres jaunes). Sur son flanc méridional s'étend ininterrompue une bande barrémienne que nous avons reconnue sur une longueur de 12 kilomètres et dont nous avons tracé les limites sur la feuille d'El-Aria au 1/50.000e. Son altitude est comprise entre 640 et 900 mètres.

Large de 3 kilomètres en regard du rocher de Sidi Meid, puis de 2 kilomètres seulement dans la traversée de l'Oued ben Djelloul,

1. *C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, 30 novembre 1896, p. 958. — *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 524-534. — *Ann. de l'Univ. de Grenoble*, XI, n° 3, 1899. — *Travaux du Laboratoire de Géol. de la Fac. Sc. Grenoble*, V, p. 19, 1899.

2. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 85, 1899, et in POMEL et POUYANNE, *Annales des Mines*, 9, XV, p. 191.

3. *Mém. Soc. Emul. de Provence*, 1862, t. II, p. 283. — *Bull. Acad. d'Hippone*, 1880, n° 15, p. 30 et suiv.

4. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 209, 1890.

5. *Explication de la Carte géol. prov. de la Tunisie*, p. 9 et suiv., 1892.

6. In DE LAPPARENT, *Traité de géologie*, 4e édition, p. 1294.

7. M. GENTIL vient de signaler une remarquable faune de cette époque à Arlal, dans le bassin de la Tafna (*Ass. fr. Av. Sc.* Congrès de Paris, 1900, p. 606) (*Note ajoutée pendant l'impression*).

cette bande se rétrécit encore vers l'est où on ne la trouve plus parfois que d'une centaine de mètres de largeur.

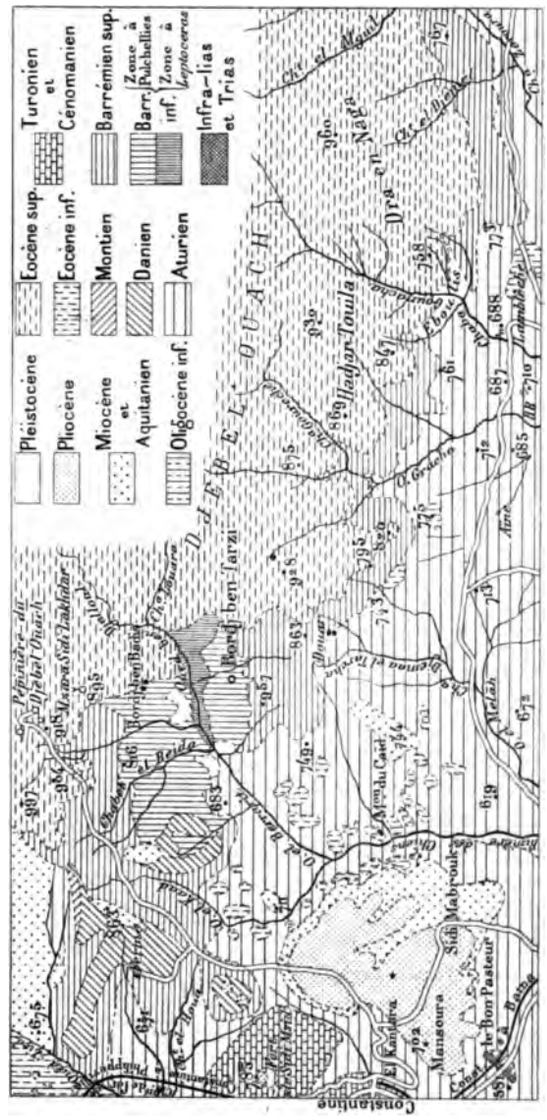


Fig. 1. — Carte géologique du Barrémien du Djebel Ouach (Constantine) et des terrains adjacents. Echelle 1/75.000e.

Elle commence à l'ouest, près de l'Oued Zied, par des terrasses grises, que l'on distingue de loin au-dessus des marnes noires du Crétacé supérieur. En allant vers l'est on la voit s'élever jusqu'à la

cote 900, au-dessous du piton éocène 997. Partout ce terrain a été fortement entaillé par les eaux, mais c'est surtout au-dessous de la route de la Pépinière du Djebel Ouach qu'il a été recoupé par de nombreux ravins. Leur collecteur, le Chabet el Beïda (le Ravin blanc) finit dans l'Oued Djelloul vers la cote 840.

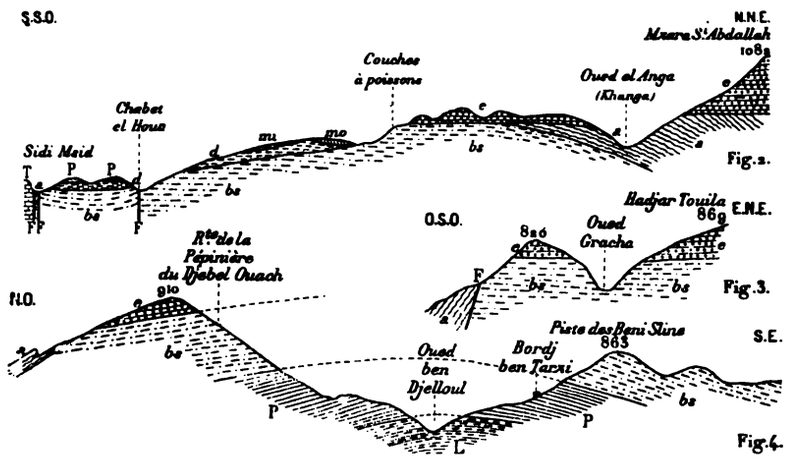


Fig. 2, 3 et 4. — Trois coupes dans le Barrêmien du Djebel Ouach. Echelle 1/60.000e; hauteurs triplées.

P, Pliocène (fig. 2); *mi*, Miocène; *e*, Medjanien; *mo*, Montien; *d*, Danien; *a*, Aturien; T, Turonien; *bs*, Barrêmien supérieur; P, zone à *Pulchellia* (fig. 4); L, zone à *Leptoceras*.

Sur la rive gauche de cet Oued, qui ne tarit jamais tout à fait, le sol s'élève assez rapidement, forme un petit plateau près du Bordj ben Tarzi et atteint enfin 870 mètres, au-dessus d'un douar, sur la piste des Beni Sline. A partir de ce point l'affleurement n'est plus qu'un étroit ruban jaunâtre qui se tient entre 800 et 700 mètres. On croit le voir finir sous les grès de la cote 820, mais en franchissant le col entre les cotes 820 et 775 on le retrouve sur la rive gauche de l'Oued Gracha, d'où il se prolonge jusque vers l'Oued Kram, plus ou moins masqué dans la traversée des vallées par les éboulis de l'Eocène supérieur.

La puissance du dépôt barrêmien du Djebel Ouach est d'à peu près 250 mètres. M. Sayn [1] y a établi une succession de cinq assises distinctes, dont une sans fossiles et une autre caractérisée par des débris de Poissons.

Nous n'y avons reconnu que trois zones seulement :

1. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 1162.

1° A la base, se trouvent des marnes noirâtres, alternant avec des calcaires marneux de même couleur, se divisant en plaquettes très minces qui renferment en abondance *Leptoceras* cf. *subtile* Uhlig, plus rarement *Crioceras* cf. *silesiacum* Uhlig, ainsi que de nombreuses *traces vermiformes* très longues, larges de 3 à 4 millimètres seulement et portant de distance en distance de faibles retrécissements annulaires.

Ces couches ne se rencontrent que dans la vallée de l'Oued ben Djelloul. Elles acquièrent leur plus grand développement sur la rive gauche de cet Oued, au nord-est du Bordj ben Tarzi : leur puissance y est d'environ 80 mètres.

2° Immédiatement au-dessus se montrent des marnes feuilletées grisâtres, intercalées de nombreux bancs calcaires blanchâtres de 20 à 30 centimètres d'épaisseur auxquels le Chabet el Beïda doit son nom. C'est la zone fossilifère par excellence et aussi la plus ravinée par les eaux. Il n'est pas rare qu'au pied des croupes, aux endroits où la pente diminue, abondent les *Phylloceras*, les *Pulchellia*, les *Holcodiscus*, les *Leptoceras Cirtæ* Coq. et *L. ensis* Coq. Les calcaires contiennent les mêmes fossiles, mais beaucoup plus rares et associés à des *Aptychus* à stries parallèles.

Cet ensemble puissant de 80 à 90 mètres forme une partie des pentes qui descendent au-dessous de la route de la Pépinière, vers le fond de la vallée et remonte sur la rive gauche de l'Oued ben Djelloul jusqu'au petit plateau du Bordj ben Tarzi.

3° Enfin, l'étage se termine par 120 mètres de marnes feuilletées, en couches puissantes, bleuâtres d'abord, puis grisâtres et finalement jaunâtres au sommet. Elles renferment à leur partie inférieure des calcaires craquelés, esquilleux, grisâtres, veinés en tous sens de filonnets de calcite, que l'on retrouve d'ailleurs dans tous les marno-calcaires crétacés de la région. Dans leur partie moyenne se montrent des calcaires schistoïdes, facilement clivables en plaquettes riches en *Macroscaphites*, *Hamulina*, etc., et renfermant aussi des empreintes de fossiles végétaux. Dans les marnes, on voit des représentants des genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Macroscaphites*, *Hamulina*, *Ptychoceras*, *Desmoceras*, *Silesites*, *Oppelia*.

La partie supérieure de cette zone est intercalée de plaquettes noires, parfois jaunâtres en dehors, contenant des écailles et des nageoires de Poissons, même de petits Poissons entiers. Souvent ces restes d'organismes se présentent sous une belle couleur azurée.

M. Sayn [1] pense que ces plaquettes à Poissons et les marnes qui les accompagnent peuvent être aptiennes.

1. *Loc. cit.*, p. 1162-1165.

Il ne nous a point paru possible de partager cette manière de voir, car nous avons recueilli tant au-dessus qu'au-dessous de ces couches une série d'Ammonites que toutes nous avons trouvées dans les couches à *Hamulina*. Ce sont :

Phylloceras cf. *serum* Oppel.
Phylloceras cf. *Ernesti* Uhlig.
Phylloceras infundibulum d'Orb.
Lytoceras numidum Coq.
Lytoceras Ducali d'Orb. var.
Macroscaphites Yvani Puzos.
Macroscaphites Ficheuri Sayn.
Desmoceras strettostoma Uhlig.
Desmoceras Angladei Coq.
Desmoceras Nabdalsa Coq.
Silesites Seranonis d'Orb.
Desmoceras? Gouxi Sayn.
Turbo Astaroth Coq.
Nucula Ouachensis Coq.

Ces couches à Poissons ne sont d'ailleurs autre chose que le *calcaire fissile bitumineux* de Coquand [1] couronnant les marnes de la Vallée de Stafrens [2] que ce géologue inclinait déjà à rapporter à l'Aptien, mais en laissant toutefois leur attribution définitive subordonnée à la découverte de fossiles caractéristiques. Ces fossiles existent et nous venons de les énumérer. Mais il y a plus, M. Pomel [3] a signalé dans la vallée du Sig, des « marnes schistoïdes contenant *Scaphites Yvani* et quelques débris de Poissons » qu'il rapporte au Barrêmien. N'y a-t-il pas identité entre ces dernières couches à Poissons et celles du Djebel Ouach. Il ne semble pas possible d'en douter et l'attribution des unes et des autres au Barrêmien paraît absolument rationnelle, nonobstant la présence de quelques Ammonites aptiennes dans nos marnes supérieures. Il faut ajouter aussi que l'Aptien inférieur et l'Aptien supérieur sont déjà représentés dans le voisinage de Constantine par les calcaires à Réquiénies et par ceux à *Ostrea aquila* d'Orb. et *Epiaster restrictus* Gauthier [4].

L'ensemble du Barrêmien du Djebel Ouach nous a fourni plus de 160 espèces de fossiles, dont une centaine d'Ammonites.

Nous avons cru utile de les réunir dans le tableau suivant en indiquant les couches dans lesquelles nous les avons recueillies, leur degré d'abondance ou de rareté et les différents étages de la série infracrétacée où elles ont été découvertes antérieurement. Nous mentionnons, à la suite de ce tableau, une vingtaine d'espèces signalées par MM. Coquand, Cotteau, Peron, Gauthier, Heinz et Sayn qui ont étudié le Djebel Ouach, espèces que nous n'avons pu retrouver, la plupart n'étant d'ailleurs pas figurées et étant insuffisamment décrites.

1. *Mém. Soc. Emul. de la Provence*, 1862, t. II, p. 43.
2. C'est la vallée de l'Oued Zied qui descend des hauteurs de la Mechta Tafrent.
3. *Loc. cit.*, p. 56.
4. Ficheur, *Loc. cit.*, p. 85.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Poissons indét.	3	R.					
Traces vermiformes . .	1	C.					
Phylloceras aff. *serum* Oppel.	2-3	C.	—	—	—		
P. Thetys d'Orb. . . .	2-3	R.	—	—	—	—	Syn. *Am. Moreli* d'Orb. [1]
P. cf. *Thetys* Sayn. . .	3	R. R.			—		
P. spec. indét.	2	R. R.					Voisin de *Ph. Thetys* d'Orb. par sa coquille comprimée et sa ligne suturale, mais s'en distinguant par ses tours ornés en travers de larges côtes, peu saillantes, qui partent du pourtour de l'ombilic et vont directement à la région ventrale, qu'elles traversent sans s'atténuer ; leur allure générale rappelle celle des côtes de *Ph. infundibulum* d'Orb.
P. Goreti Kilian [1] ? . .	3	R. R.				—	
P. cf. *semisulcatum* d'Orb.	2	R. R.	—				Tours moins larges, enroulement un peu moins rapide que dans le type de d'Orbigny, les sillons y atteignant d'ailleurs un peu plus de la moitié du tour.
P. cf. *Carlavanti* d'Orb.?	3	R. R.				—	Rappelle aussi *Ph. Guettardi* Rasp., mais à tours un peu plus comprimés, ombilic un peu plus étroit.
P. cf. *Ernesti* Uhlig . .	3	A. R.			—	—	Syn. : ? *Am. Aspar* Coq.
P. spec. indét	3	R. R.					Voisin de *Ph. Micipsa* Coq., mais de grande taille (23^{cm}), renflé, orné de 4 sillons rectilignes.
P. Micipsa Coq	3	R.					
P. infundibulum d'Orb.	2-3	C. C.	—	—	—	—	Syn. : *Am. Baborensis* Coq.
P. cf. *infundibulum* Sayn.	3	R.			—	—	
P. spec. indét.	2	R. R.					Voisin de *Ph. infundibulum* d'Orb., mais plus renflé, orné de côtes saillantes dans la région ombilicale, divisées en fines stries sur la région ventrale ; la ligne suturale y est moins découpée.
Lytoceras numidum Coq.	3	A. C.				—[2]	
L. spec. indét.	3	A. R.					Rappelle un peu *L. Jauberti* d'Orb. par la largeur de ses tours, mais ne présente pas de carène ombilicale.

1. KILIAN, *Archives du Muséum d'Hist. nat. de Lyon*, V, Mém. n° 3, p. 5, pl. I, fig. 3.
2. KILIAN, *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 765.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Lytoceras crebrisulcatum Uhlig	3	A. R.			—		
L. cf. *strangulatum* d'Orb ?	2-3	R.	—	—	—	—	
L. spec. indet.	2-3	R.					Rappelle un peu *Lytoceras strangulatum* d'Orb.
L. spec. indet.	3	R.					A accroissement relativement peu rapide, à sillons non équidistants.
L. Duvali d'Orb.	3	R.				—	Var. *Ibrahim* Coq.
L. cf. *Phestus* Matheron	2	R. R.			—	—	Ornementation plus fine et accroissement plus rapide que dans le type.
Costidiceus Hamilcar Coq.[1]	3	R. R.					Coquille un peu comprimée, légèrement arrondie à son pourtour, sans sillons, à accroissement rapide. Spire composée de tours presque quadrangulaires arrondis au bord, très légèrement embrassants, apparents dans l'ombilic sur les deux tiers de leur largeur. Sur la coquille se développent depuis le pourtour de l'ombilic de petites côtes transversales, à peine saillantes, droites, sans bifurcations, qui traversent la région ventrale. Ouverture presque carrée, arrondie aux quatre angles, très légèrement échancrée par le retour de la spire. Région ventrale assez large, présentant un méplat. Ombilic large et sans profondeur. Se distingue de *Cost. Grebenianus* Tietze[2] par ses tours quadrangulaires et sa ligne suturale plus simple.
Macroscaphites cf. *binodosus* Uhlig	3	R.			—		
M. Yvani Puzos	2-3	A. R.		—	—	—	Type (?), mutation *striatisulcata* d'Orb.[3] et mutation *afra* Sayn[4].
M. Ficheuri Sayn	3	R.					
Hamulina subcylindrica d'Orb.	3	A. R.			—		

1. *Journ. de Conchyliolog.*, (1), III, p. 431, pl. XIV, fig. 16, 17. — *Mém. S. G. F.*, (2), V, 1re partie, p. 142, pl. III, fig. 16, 17. — *Mém. Soc. d'Emulation de la Provence*, II, p. 284, pl. I, fig. 11, 12.

2. *Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt*, XXII, p. 74.

3. KILIAN, *Ann. Univ. Grenoble*, VIII, n° 1, 1896.

4. KILIAN, *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 371.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Hamulina nov. spec. indet. Uhlig [1]	3	A. R.			—		
Ptychoceras cf. *lævе* Math.	3	R.				—	
Bochianites cf. *neocomiensis* d'Orb. . . .	2-3	A. C.	—				
B.? spec. indet. . . .	3	R. R.					
Pulchellia compressissima d'Orb.	2	R. R.		—			
P. cf. *Schlumbergeri* Nicklès [2].	2	R. R.		—			
P. nov. spec.	2	R. R.					*Pulch.* du groupe *compressissima* Gerhardt [3] : l'allure générale des côtes y est à peu près la même que dans *Pulch. Malladæ* Nicklès [4], mais sa région ventrale nettement bicarénée, son premier lobe latéral beaucoup plus profondément divisé et plus long suffisent à l'en distinguer.
P. Sauvageaui Herm. .	2	C.		—			
P. nov. spec.	2	R.					*Pulch* du groupe *compressissima* Gerhardt [5] se distinguant nettement par la forte épaisseur de ses tours vers l'ombilic, leur faible épaisseur vers la région ventrale, ses flancs, lisses jusqu'au maximum d'épaisseur, qui est couronné de 5 tubercules peu saillants, très larges, de chacun desquels partent 3 côtes peu élevées, qui, arrivées au tiers externe du tour, deviennent plus épaisses et plus larges, se rétrécissent ensuite et finissent par s'étaler de nouveau au contact de la carène.
P. Changarnieri Sayn.	2	R.					
P. Ouachensis Coq. . .	2	A. C.		—[6]			
P. Lorioli Nicklès [7] . .	2	R. R.		—			On n'y observe pas de faisceaux de 4 ou 5 côtes, mais seulement des faisceaux de 2 ou 3 côtes.

1. *Denkschriften der math.-naturw. Classe d. k. k. Akademie der Wissenchaften*, 46, p. 216, pl. XIII, fig 6, 8.
2. *Mém. S. G. F.*, (4), III, p. 38, p. VIII, fig. 9, 10.
3. *Neues Jarbuch für Min. Géol.*, II, suppl. 1898.
4. *Mem. S. G. F.*, (4), III, p. 46, pl. VII, fig. 14.
5. *Loc. cit.*
6. Nicklès. Géol. des env. d'Alicante et de Valence, 1891.
7. *Mém. S. G. F.*, (4), III, p. 53, pl VI, fig. 8.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÊMIEN INFÉRIEUR	BARRÊMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Pulchellia Heinzi Coq.	2	R.					
P. spec. ind.	2	R. R.					*Pulch.* du groupe *compressissima* Gerhardt[1] qui rappelle un peu *Pulch. coronatoides* par une rangée de tubercules sur le pourtour de l'ombilic ; en diffère par son accroissement beaucoup plus rapide, son ombilic moins profond et surtout ses côtes tuberculées vers la région ventrale.
P. coronatoïdes Sayn .	2-3	R. R.					
P. nov. spec.	2	R. R.					*Pulch.* du groupe *compressissima* Gerhardt[1], voisine de *Pulch. hoplitiformis* Sayn, mais s'en distinguant par sa région ventrale assez large, un peu arrondie sur les bords et formée de deux surfaces très légèrement convexes, séparées par un sillon à bords arrondis ; par ses côtes fines et nombreuses, rarement bifurquées, qui finissent dans le sillon ventral sans s'épaissir sensiblement ; par son ombilic assez large, sa spire comprimée.
P. hoplitiformis Sayn .	2	R. R.		—			
P. nov. spec.	2	R. R.					*Pulch.* du groupe *compressissima* Gerhardt[1], assez voisine de *Pulch. Damremonti* Sayn, mais s'en distinguant par ses côtes moins nombreuses et d'abord dirigées en avant, par le petit nombre d'entre elles qui sont bifurquées, par son ombilic plus étroit, par ses tours plus convexes, par son canal ventral beaucoup plus étroit et moins profond, par sa région ventrale moins large et plus arrondie.
P. Damremonti Sayn .	2	R. R.					
P. coralliophila Sayn et Lory[2]	2	R. R.		—			
P. subcaicedi Sayn . .	2	R. R.					
P. cf. *Caicedi* Karsten .	2	R. R.		—			
P. provincialis d'Orb. .	2	R. R.		—			

1. *Loc. cit.*
2. *Bull. Soc. Statist. de l'Isère*, (4), III, p. 30, pl I, fig. 2-3.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
P. nov. spec.	2	R. R.					*Pulch.* du groupe de *P. compressissima* Gerhardt [1], rappelle par beaucoup de ses caractères *P. provincialis* d'Orb. var. *Lindigi* Karsten [2], s'en distingue par sa région siphonale plus large, plus nettement bicaréné, ses tubercules moins profondément échancrés, ses tours plus larges, à accroissement plus rapide, ses côtes plus grosses, fortement anguleuses en partant de l'ombilic, s'effaçant presque complètement avant de former leur tubercule (mais ne prenant pas la forme de deuxième tubercule canaliculé, comme le montrent les Ammonites de Colombie), ses tours plus nettement quadrangulaires, les tubercules de sa région siphonale étant absolument abrupts au-dessus du canal et n'y formant aucune pente.
P. spec. indet.	2	R. R.					*Pulch.* du groupe de *P. compressissima* Gerhardt [1], voisine de la précédente, mais s'en distinguant par ses tours bien moins épais pour un diamètre égal, ses côtes moins saillantes au pourtour de l'ombilic, ses tubercules ventraux moins larges et moins élevés, son ombilic plus petit, sa région ventrale plus large, son ouverture à peine rectangulaire. Elle se distingue de *P. provincialis* d'Orb. par ses tours moins épais, ses tubercules siphonaux moins accentués, ses côtes très rarement bifurquées, sa région ventrale plus large et plus largement canaliculée.
P. Zeilleri Nicklès [3] . .	2	R. R.		—			
P. Masylæi Coq. [4]. . .	2	R. R.		—[5]			
Desmoceras strettostoma Uhlig	2-3	A. C.			—	—	
D. Seguenzæ Coq. . .	3	R.				—[6]	

1. *Loc. cit.*
2. *Die geognostiche Verhältnisse Neu-Grenadas*, pl. III, f. 3.
3. *Mém. S. G. F.*, Paléont., (I), 1, n° 4, p. 14, pl. I, fig. 12-16 ; pl. III, fig. 4.
4. *Mém. S. G. F.*, (2), V, 1re partie, p. 14, pl. III, fig. 14-15. — *Journal de Conchyol.*, III, p. 430, pl. XIV, fig 14-15. — UHLIG. *Denkschriften der math.-naturw. Classe d. k. k. Akademie der Wissenchaften*, 1883, 46, p. 247.
5. *Mém. Soc. Emul. de la Provence*, t. II, 1896, p. 168.
6. PAQUIER. *Bull. Soc. Stat. Isère*, (4), V, p. 299.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARATÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÊMIEN INFÉRIEUR	BARRÊMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Desmoceras sp. indet.	3	R.					Voisin de *Desm. impressum* d'Orb., mais à sillons longitudinaux moins prononcés.
D. Nabdalsa Coq.	2-3	R.					Syn. : *Amm. Monicæ* Heinz.
D. aff. *Nabdalsa* Sayn.	3	R. R.					
D. Angladei Sayn	3	R.				—	
D. getulinum Coq.	3	A. R.		—[1]			Syn. : ? *Am. cicer.* Coq. = ? *Am. Oxyntas.* Coq.
D. ? *cirtense* Sayn	3	R. R.		—[2]			
D. Vocontium Sayn et Lory [3]	2	R. R.		—			
D. Gouxi Sayn	2-3	A. C.					Syn. : ? *Am. Monicæ* Coq. = *Desm. difficile* Sayn.
D. cf. *difficile* d'Orb.	2	R. R.		—	—		
Silesites Seranonis d'Orb.	3	R.			—		
S. aff. *Seranonis* Sayn	2-3	A. C.					Syn. : *Am. impare-costatus* Coq. = *Am. Oxyntas* Heinz.
S. interpositus Coq.	3	A. R.			—[2]		
Oppelia nov. spec.	3	R.					Se distingue de *Opp. Nisus* d'Orb. par sa ligne suturale moins finement découpée et son 2e lobe latéral plus dissymétrique. *Opp. Nisoïdes* Sarrazin [4] s'en sépare par sa selle siphonale plus large, plus finement découpée, son lobe latéral moins dissymétrique, sa 1re selle latérale plus profondément divisée en deux au sommet, moins fortement échancrée sur les côtés. La dissymétrie du 1er lobe latéral et sa 1re selle latérale étroite et profondément divisée la différencient de *Opp. Haugi* Sarrazin [4]. Ses selles très étroites, surtout à leur base, l'éloignent des *Opp.* aptiennes et la rapprochent de *Opp. subradiata*.
O. cf. *aptiana* Sarraz. [4]	3	R. R.				—	
Holcodiscus Gastaldi d'Orb.	2	R.		—			

1. NICKLÈS. *C. R. Ac. Sc.*, CVIII, p. 74.
2. KILIAN. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 744.
3. *Bull. Soc. Statist. de l'Isère*, (4), III, p. 24, pl. I, fig. 7-8.
4. *B. S. G. F.*, (3), XXI, p. 149 et suiv., pl. IV, VI.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATION CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Holcodiscus diverse-costatus Coq.	2-3	A. C.		—[1]			Type, var. à côtes fines et var. à côtes ombilicales fortes et un peu tuberculeuses au point de bifurcation.
H spec indet.	2	R. R.					Se distingue de *Holc. diverse-costatus* Coq. par sa coquille assez convexe, ses flancs non aplatis, ses côtes un peu plus fortes, bifurquées plus tôt, l'absence de méplat sur la région ventrale, où les côtes s'accentuent, ses tubercules bien moins nombreux (9 au lieu de 18-20), son ouverture hexagonale plus large que haute; son ornementation néanmoins assez fine la différencie facilement de *Holc. Caillaudi* d'Orb.
H. metamorphicus Coq.	2	A. C.		—[2]			Syn. (var.) *Holc. Geronimæ* Sayn.
H. spec. indet.	2	R. R.					Voisin d'*Holc. metamorphicus* Coq., mais à enroulement plus rapide, à côtes non bifurquées après le tubercule ombilical, à région ventrale lisse, à tubercules plus nombreux et plus aigus.
H. Vermina Coq. . . .	2	R. R.					Voisin de *Holc. algirus* Sayn par la forme de ses tubercules siphonaux, s'en distinguant par ses 6 rangées de tubercules, ses tours hexagonaux plus larges que hauts à ombilic bien moins profond, à région ventrale à peu près lisse.
H. algirus Sayn	2	R. R.					
H. Henoni Coq.	2	C.					*Ammonites Henoni* Coq. nous a paru, d'après sa ligne suturale, devoir être rangée dans le genre *Holcodiscus*.
H. menglonensis Sayn.	2	R.		—			
H. astieriformis Sayn.	2	R.					
H. cf. *Perezi* d'Orb. .	2	R. R.		—	—		
H. Sophonisba Coq. .	2	A. R.		—[3]			Et var. *tenuis* Sayn.

1. NICKLÈS. *Mém. S. G. F.*, Paléont., 4, I, 2. — NICKLÈS, Geol. env. de Valence et Alicante, 1891. — KILIAN. *Ann. geol. univ.*, VII, p. 500 et HAUG, p. 972.

2. NICKLÈS. Géol. env. Valence et Alicante. — KILIAN. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 744.

3. NICKLÈS. *C. R. Ac. Sc.*, CVIII, p. 74.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÊMIEN INFÉRIEUR	BARRÊMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Holcodiscus nov. spec.	2	R.					*Holc.* du groupe de *Holc. Sophonisba* Sayn, à coquille formée de tours très larges, à accroissement assez rapide à flancs anguleux, ornés autour de l'ombilic de 12 à 13 tubercules très longs, aigus, se recourbant en arrière quand ils sont complètement développés, tous situés aux points de bifurcation des côtes qui sont assez fortes et saillantes ; deuxième rangée de tubercules ventraux semblables aux précédents, mais plus écartés les uns des autres ; région ventrale extrêmement large ; lobes et selles à peine découpés ; premier lobe latéral moitié moins long que le ventral ; les tubercules siphonaux n'apparaissent qu'assez tard et s'allongent avec l'âge ; ils deviennent souvent alors bifides ; au diamètre de 19 m. m. le tubercule ombilical a 4 m. m. de diamètre à la base.
H. aff. *druentiacus* Kilian	2	R; R.		—			
H. spec. indet	2	R.					Voisin de *Holc. Morleti* Kilian, par la disposition de ses côtes autour de l'ombilic, mais s'en distinguant par la finesse de son ornementation qui rappelle par ce caractère celle de *H. menglonensis* Sayn.
Hoplites Lamoricieri Sayn	2	A. C.					
H. cf. *Beskidensis* Uhlig [1].	2	R.			—		
H. Gelimer Coq. . . .	3	R.					Nous rapportons à cette espèce des *Hoplites* voisins de l'espèce précédente qui nous ont paru répondre à la figure de Heinz [2] à tours assez larges, à côtes bifurquées, et tubercules peu saillants, à ornementation très atténuée sur la région ventrale, qui est assez nettement bicarénée.
Acanthoceras spec. ind.	2	R. R.					Voisin de *Acanth. Cornueli* d'Orb., mais plus renflé, à côtes bituberculées moins saillantes, s'aplatissant vers la région ventrale.

1. *Denkschriften der math.-nat. Cl. d. k. k. Akad. d. Wiss.*, 46, p. 252, pl. XX, fig. 12.
2. Foss. décr. par Coquand, pl. IV.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÊMIEN INFÉRIEUR	BARRÊMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Acanthoceras cf. *nodosocostatum* d'Orb. . .	2-3	R.			—		
Crioceras aff. *Emerici* Leveillé	3	R. R.	—	—	—	—	
C. cf. *silesiacum* Uhlig.	1	R. R.			—		
C. cf. *breve* d'Orb. . .	3	R. R.			—		
C. ? sp. indet.	2-3	A. C.					Fragment de coquille droit, à tours absolument lisses, à lignes suturales très rapprochées les unes des autres, à section subcirculaire.
C. ? sp. indet.	2-3	R.					Coquille ornée de côtes non tuberculées devenant seulement plus saillantes sur la région ventrale qu'elles traversent en s'incurvant.
Toxoceras spec indet.	2-3	A. R.					Rappelle *Toxoceras Royeri* d'Orb.; coquille ornée de côtes inégales, les unes plus saillantes portant sur chaque flanc trois tubercules vers la région ventrale ; les autres beaucoup plus faibles non tuberculées.
T. Ouachense Coq. . .	2	R.					Assez voisin du précédent.
T. Henoni Coq	3	R.					
T. spec. indet.	2-3	R. R.					Coquille ornée de côtes souvent bifurquée s'accentuant généralement au voisinage du point de bifurcation et sur la région ventrale où elles s'interrompent; section ovale.
T. spec. indet. . . .	2-3	R.					Coquille ovale, ornée de côtes interrompues sur la région ventrale, portant six tubercules, ceux de cette dernière région étant les plus accentués ; toutes les côtes simples et assez fortes.
T. spec. indet.	2	R. R.					Rappelle un peu *Tox. Emerici* d'Orb., coquille à section octogonale, plus large que haute, ornée de fortes côtes simples, ornées de trois tubercules très saillants sur chaque côté; les dites côtes s'atténuent sur la région ventrale.
Ancyloceras ? sp. indet.	2-3	R.					Coquille ornée de fortes côtes obliques, portant 3 tubercules ; de côtes fines et peu saillantes, alternant avec elles ; section ovale ; premier lobe latéral très developpé.
A. aff. *Matheroni* d'Orb.	3	R.				—	
Heteroceras cf. *Astieri* d'Orb.	3	R.			—		

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Leptoceras ensis Coq. .	2	R.					L'aspect général est celui de *Lept. Cirtæ* Coq., avec cette différence que les côtes ne sont ni interrompues, ni tuberculées sur la region ventrale ; la ligne suturale indique nettement un *Leptoceras*.
L. ? spec indet.	2	R R.					Coquille semblable à la précédente mais présentant de distance en distance une forte côte comme dans *Toxoceras annularis* d'Orb. ; ligne suturale invisible.
L. Cirtæ Coq.	2	A. C					
L. spec. indet. Sayn . .	2	A. R.					Selles à peine échancrées à leur partie supérieure par un léger lobule.
L. cf. *subtile* Uhlig . .	1	C.					
Aptychus spec indet. .	2	A. R.					
Belemnites Fallauxi Uhlig [1].	2-3	C.			—		
B. cf. *pistilliformis* Blv.	2	A. R	—				
B. carpaticus Uhlig [2] .	2-3	C.			—		
B. minaret Rasp . . .	2-3	A. C.		—	—	—	
B. cf. *polygonalis* Blv.	2	R.	—				
B. spec. indet.	2	R. R					Subfusiforme avec deux sillons à peine indiqués sur toute la longueur du rostre qui est marqué de ponctuations semblables à celles de *Bel. Baudouini* d'Orb.
B. spec. indet.	2	R. R.					Conique avec deux sillons semblables à ceux de la précédente, et, vers la pointe, un troisième sillon profondément creusé ; pas de ponctuations.
B. spec. indet.	2	R.					Conique sans trace apparente de sillons.
Duvalia cf. *binervia* Rasp.	2	R.	—				
D. spec. indet.	2	R. R.					Rappelle *Duv. binervia* Rasp.
D. cf. *Grasi* Duval. . .	3	R. R.		—	—	—	
D. cf. *Emerici* Blainv.	2	R.	—				
Rhynchoteuthis Henoni Coq.	2	R. R.					
Phasianella Myrmidon Coq.	3	R.					

1. *Denkschriften der math.-naturw. Classe der k. k. Akademie der Wissenchaften*, 46. p. 177, pl. I, fig. 4, 14.
2. *Id.*, p. 177, pl. 3, fig. 1.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Couches dans lesquelles les fossiles ont été recueillis	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
			NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Turbo Mezetule Coq.	3	R.					
T. Astaroth Coq.	3	R. R.					
T. spec. indet.	3	R.					Plus gros que les précédents et à tours fortement arrondis, sans côtes, ni stries visibles.
T. spec. indet.	3	R. R					Semblable au précédent, mais beaucoup plus petit, à tours bien moins larges.
Trochus cf. *barremensis* d'Orb.	3	R.				—	
T. spec. indet.	2	R.					A tours anguleux, sans stries d'accroissement.
Cerithium spec. indet.	2	R. R.					
Astarte acutirostris Coq.	2	R. R.					
A.? spec. indet.	2	R. R					
Lucina sculpta Phill.	2-3	A. R.					Syn. : ? *Lucina Zamma* Coq.
Necera Tanit Coq.	2	R. R.					
Nucula Ouachensis Coq.	2	R.					
N. spec indet.	2	R. R.					
Naculina Ouachensis Coq.	2	R.					
N. spec. indet.	2	R.					
Leda cf. *scapha* d'Orb.	2	R. R.	—				
Arca spec. indet.	3	R. R.					
Tapes? spec. indet.	3	R. R.					
Tellina? spec. indet.	2	R. R.					
Pecten alpinus d'Orb.	2	R R.			—		
Inoceramus spec. indet.	2	R. R.					
Ostrea spec. indet.	2	R. R.					
Cardium spec. ind.	3	R.					
C. spec. indet.	3	R. R.					
Glossothyris cf. *hippopus* Rœm.	3	R. R.	—	—	—	—	
Toxaster? spec. indet.	2	A. C.					
Collyrites ardua Peron et Gauthier	3	R.					
Trochocyathus? sp. ind.	3	R.					
Platyciathus? sp. ind.	2-3	R.					
Polypiers ind. 3 espèces	2-3	R.					
Traces de *plantes* indet.	3	R. R.					

Les autres espèces indiquées au Djebel Ouach par les divers géologues qui ont étudié ce gisement et que nous n'avons pu retrouver sont :

Belemnites subfusiformis d'Orb. [1].
Aptychus Numida Coq. [1]
Aptychus Caïd Coq [1].
Ammonites Nisus d'Orb. [1]
Ammonites diphyllus d'Orb. [2]
Ammonites Grasianus d'Orb. [2]
Cerithium Adherbal Coq. [3]
Nuculana nana Coq. [3]
Metaporhinus Heinzi Coq. [3]
Belemnites Orbignyi Duval [3]
Ammonites Sinzora Coq. [3]
Ammonites Gurzil Coq. [3]
Ammonites Gildon Coq. [3]
Ammonites Mazuca Coq. [3]
Ammonites Emmelina Coq. [3]
Straparollus inexpectatus Coq. [3]
Cerithium Henoni Coq. [3]
Nucula Henoni Coq. [3]
Cardium modestius Coq. [3]
Collyrites ovulum Desor [4]
Collyrites ardua Peron et Gauthier [4]
Pulchellia sp. indet. Sayn [5]
Lytoceras Jauberti d'Orb. [6]
Silesites cf. *vulpes* Coq. [7]
Holcodiscus aff. *Sophonisba* Sayn [7]
Holcodiscus nov. spec. Sayn [7]
Hoplites aff. *asperrimus* Sayn [7]
Belemnites semicanaliculatus Blv. [8]

Il ressort du tableau précédent que les caractères généraux de la faune barrémienne du Djebel Ouach peuvent se résumer ainsi :

a) Caractères communs aux assises inférieures et supérieures.

1° Extrême abondance des individus dans les espèces des genres *Phylloceras*, *Hamulina* et *Crioceras* s. l. (déjà existants dans la mer néocomienne).

2° Rareté relative des individus dans les espèces des genres *Costidiscus*, *Macroscaphites*, *Pulchellia*, *Silesites*, *Holcodiscus* (qui apparaissent pour la première fois dans la région méditerranéenne à l'époque barrémienne, à de rares exceptions près).

3° Persistance des *Duvalia* des groupes *binervia* et *Emerici*, qui dans cette région caractérisent généralement le Valanginien (Montagne de Lure, etc.) [9].

b) Caractères particuliers aux assises inférieures :

1° Multiplicité des espèces dans les genres *Pulchellia* avec 23 espèces et *Holcodiscus* [10] avec 15 espèces, genres dont le plus grand

1. Coquand. *Mém. S. G. F.*, (2), V, 1re partie, p. 111.
2. Coquand. *Mém. de la Soc. d'émul. de la Provence*, t. II, p. 42.
3. Coquand. *Bull. Acad. Hippone*, 15, p. 82, 123, 224, et Suppl., p. 363 à 370, 379, 383, 386, 393.
4. Cotteau, Péron et Gauthier. *Annales des Sciences géologiques*, 1884. Echinides de l'Algérie, p. 64-65.
5. Heinz. *Foss. décrits par Coquand*, pl. photog. I.
6. Sayn. *Feuille des jeunes Natur.*, octobre 1889, p. 1664
7. Sayn. *Bull. Soc. Agriculture de Lyon*, 1890.
8. Heinz in Papier. *Bull. Acad. Hippone*, n° 28, p. 106.
9. C'est l'existence de ces formes qui avait fait comprendre à tort, le Barrémien d'Algérie dans le Valanginien (Pomel. *Desc. strat. gén. de l'Algérie*, p. 57).
10. M. Pellat (*B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 426) signale l'existence à Brouzet

développement a lieu dans le Barrêmien inférieur (horizon de Combe-Petite de la montagne de Lure).

2° Persistance d'un *Phylloceras* du groupe *semisulcatum* (groupe généralement considéré comme éteint avant la période barrêmienne) [1].

c) Caractères particuliers aux assises supérieures :

1° Petit nombre des espèces dans les genres *Macroscaphites* et *Silesites*, chacun avec trois espèces, *Costidiscus* avec deux espèces, *Heteroceras* avec une espèce seulement, genres caractéristiques du Barrêmien supérieur (horizon de Monteyron de la Montagne de Lure).

2° Existence simultanée d'espèces franchement barrêmiennes et de quelques espèces considérées plutôt comme aptiennes appartenant aux genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Oppelia*, *Ancyloceras*.

Les Pulchellidés, si bien représentées au Djebel Ouach, se retrouvent, mais en moins grand nombre, sur quelques autres points barrêmiens de l'Algérie et de la Tunisie [2]. Dans leur migration vers l'est, ces Ammonites de Colombie [3] ont ainsi passé au sud du massif ancien de la Méditerranée occidentale, comme elles passaient au nord pour gagner la province d'Alicante, les Baléares et plus loin la fosse préalpine. Toutefois ce changement de milieu ne paraît pas avoir favorisé leur multiplication : c'est, du moins, ce que semble indiquer la rareté des individus dans les différentes espèces et leur disparition presque complète dans le Barrêmien supérieur.

En dehors du Barrêmien, voici les terrains qui se trouvent représentés dans la partie de la montagne qui nous intéresse, ainsi que dans l'espace qui la sépare de Constantine :

a) Le Trias, près du couvent du Bon Pasteur avec ses calcaires jaunes de miel, ses marnes irisées et ses cargneules.

b) L'Infralias [4] dont les bancs puissants de calcaires bleuâtres

et à Lussan (Gard) des *Holcodiscus* de Constantine, dans un *faciès mixte* à Spatangues et à Céphalopodes.

1. de Lapparent. Traité de géologie, 4e édition, p. 1247.

2. Ce sont : Mendès (*Pulch. Sauvageaui*), Sidi Merzoug (*Pulch. Sauvageaui*) et Teniet el Haad (*Pulch. compressissima*) dans la région d'Orléansville ; Djebel el Akkal (*Pulch. Sauvageaui*) et Aïn Zaïrin (*Pulch. Masylæi*), dans les environs de Constantine ; Oued Chenioun (?) (*Pulch. Masylæi*), Djebel-Taïa (*Pulch. Ouachensis, Sauvageaui, Heinzi, coronatoides*, etc.), Guelma (*Pulch. Sauvageaui* et 2 *Pulch.* nouvelles) et Medjez-Sfa (*Pulch. Sauvageaui, compressissima, Zeilleri*, etc.) dans le bassin de l'Oued Cherf; Hammam Lif (*Pulch. Sauvageaui*) en Tunisie. — [Arlal (*Pulch. compressissima, Sauvageaui, provincialis, Ouachensis*), dans le bassin de la Tafna (*Note ajoutée pendant l'impression*)].

3. Douvillé. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 224.

4. M. de Lapparent (Traité de géol., 4e édit., p. 1084) dit que les plaquettes

dolomitiques recouvrent le Trias. Nous y avons trouvé abondamment *Mytilus psilonoti* Quenstedt.

c) L'APTIEN [1] représenté au Djebel Salah et au Djebel Kelal par de puissantes masses calcaires à Réquiénies.

d) Le CÉNOMANIEN [1] du Djebel Sidi Mcid, formé par des calcaires grisâtres à *Nerinea* cf. *Pailleteana* d'Orb. et *Caprinula Boissyi* d'Orb.

e) Le TURONIEN [1] qui surmonte le Cénomanien et est constitué par des calcaires gris à *Sphœrulites* et *Hippurites* cf. *inferus* Douvillé.

f) L'EMSCHÉRIEN immédiatement au-dessus des formations précédentes qui se reconnaît à ses calcaires blancs en dalles dans lesquels on a trouvé *Micraster Peini* Coq. [2] et où nous avons constaté la présence d'*Ostrea proboscidea* d'Archiac.

g) L'ATURIEN qui recouvre en concordance l'Emschérien sur les flancs du Mansoura et sur le sommet du Djebel Sidi Mcid et a été relevé sur les bords du Djebel Kelal avec des marnes grisâtres contenant *Epiaster verrucosus* Coq. [3], *Thecideum* cf. *papillatum* Bronn. et de petites Ammonites ferrugineuses, *Baculites* cf. *anceps* Lamk., *Phylloceras* (ou *Pachydiscus*) sp., *Lytoceras* sp.

h) Le DANIEN (?) dont les marnes grises renfermant des plaquettes de calcaire jaune à Inocérames couronnent l'Aturien et se superposent directement au Barrêmien supérieur, à gauche et à droite de la route de la Pépinière.

i) Le MONTIEN (??) [4] caractérisé par des calcaires marneux jaunâtres avec traces de végétaux (?) surmontant le Danien près du couvent du Bon Pasteur et au nord du rocher de Sidi Mcid.

j) L'EOCÈNE INFÉRIEUR représenté à la surface de l'Aturien par quelques îlots de calcaires gris blanchâtres à silex et par des marnes bleuâtres.

k) L'EOCÈNE SUPÉRIEUR (Medjanien) [5] dont les grès quartziteux, avec lits d'argile, couvrent les sommets du Djebel Ouach en s'appuyant sur le Barrêmien et sur l'Aturien.

l) L'OLIGOCÈNE INFÉRIEUR [6] aux argiles grises et roses à Hélices dentées de la rive droite de l'oued Zied.

m-n) L'AQUITANIEN [1] et le MIOCÈNE au nord-ouest et au sud-est

calcaires à *Mytilus psilonoti* pourraient bien indiquer l'Hettangien à Souk-Ahras (BLAYAC et GENTIL. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 523).

1. FICHEUR. *B. S. G. F.*, (3), t. XXVII, p. 90.
2. POMEL. Descr. strat. gén. de l'Algérie, p. 98.
3. *Bull. Acad. Hippone*, n° 15, p. 230.
4. Une succession analogue des assises du Crétacé supérieur a été relevée en Tunisie par M. PERVINQUIÈRE (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXVII, p. 789, et t. CXXXI, p. 563).
5. FICHEUR. La Kabylie du Djurdjura, p. 221. — FICHEUR. *Ass. fr. Avanc. Sc.* Bordeaux, 1895, 2e partie, p. 574.
6. FICHEUR. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 544.

de la bande barrêmienne, représentés par des conglomérats rouges d'argile et de cailloux roulés, contenant parfois aussi de gros blocs de grès provenant de l'Eocène supérieur.

o) Le Pliocène du Djebel Sidi Meid et du Mansoura comprenant des calcaires travertineux à Lymnées, intercalés de sables jaunes à *Hippopotamus amphibius* L. race *major* Cuv. et *Elephas meridionalis* Nesti.

p) Le Pléistocène des hauts niveaux des vallées d'érosion avec cailloux roulés quelquefois conglomérés.

Nous nous proposons dans une prochaine note de faire une étude détaillée de ces diverses formations.

L'affleurement barrêmien du Djebel Ouach fait partie d'un *anticlinal* dirigé nord-ouest sud-est.

Au sud-est ses strates s'enfoncent sous le Medjanien et au nord sous le Crétacé supérieur, que surmontent de puissants dépôts aquitaniens. Au sud il est sur quelques points en contact avec l'Eocène inférieur; partout ailleurs, c'est le Crétacé supérieur qui le recouvre. En face du rocher cénomano-turonien du Sidi Meid, ce dernier étage est réduit à une bande de 20 à 30 mètres de large, pincée entre deux failles. Plusieurs autres failles limitent d'ailleurs le Barrêmien entre Sidi Meid et l'Oued Zied. Sur l'Oued Zied même, à l'ouest, le Barrêmien s'infléchit fortement en s'enfonçant sous les argiles de l'Oligocène inférieur de la rive droite du ravin.

Partout c'est le Barrêmien supérieur qui est en contact avec les autres terrains, sauf dans le haut de la vallée de l'Oued ben Djelloul, où les éboulis de l'Éocène supérieur masquent les contacts en ne laissant apparaître que les couches à *Leptoceras*. Ce n'est d'ailleurs que là, comme nous l'avons dit, que se montrent ces couches : leur forte inflexion vers le nord-ouest et le sud-est n'a pas permis aux autres Oueds qui ont entaillé le Barrêmien de les atteindre, pas plus d'ailleurs que la zone à Pulchellies.

Le plissement barrêmien qui nous occupe semble dater de la fin de la période barrêmienne ou du commencement de la période aptienne.

Il a vraisemblablement soulevé le Djebel Ouach au-dessus du niveau général des mers de l'époque aptienne, ou, tout au moins, amené les sédiments barrêmiens à une faible distance de ce niveau; c'est sur les bords de cette terre émergée ou sur ce haut fond que se sont édifiées les formations néritiques coralligènes, aptiennes et crétacées dont les témoins actuels sont le Djebel Kelal, le

Djebel Salah, le Djebel Sidi Meid... et sans doute aussi le Djebel Oum Settas.

Plus tard, à la fin de la période aturienne ou au commencement de la période danienne se produisit un affaissement général du littoral barrêmien, ou de la partie du haut fond voisine de celle où se formaient les calcaires; il en résulta plusieurs failles dont la principale orientée nord-ouest sud-est est aujourd'hui en partie masquée quoique parfaitement visible encore sur divers points. Sa direction est exactement donnée par le Chabet el Houa.

Environs de Guelma : le Dra el Kerroucha

Au commencement de 1899, nous avons découvert au sud-ouest de Guelma, au lieu dit Dra el Kerroucha (la colline du chêne vert), un petit affleurement barrêmien de 3 kilomètres de long sur 2 kilomètres de large, dont nous avons tracé les limites sur la feuille de la carte d'état-major au 1/50.000e. Ce lambeau de Crétacé inférieur est profondément entaillé au sud-est par l'Oued el Rebate et par l'Oued Skroun, dans les thalwegs desquels passe la conduite d'eau qui alimente la ville. Au nord il est recoupé par plusieurs autres ravins, comme les précédents, tributaires de la Seybouse.

Les terrains qui avoisinent le Barrêmien du Dra el Kerroucha sont :

a) L'Éocène supérieur (Medjanien) dont les grès alternant avec des argiles le recouvrent à l'ouest, au sud et sur une grande partie de son flanc oriental (Kef en Nessara);

b) Le Miocène inférieur (Cartennien) [1] qui s'appuie sur lui au nord-est et qui est formé d'argiles grises contenant en abondance des cristaux de gypse et des masses de gypse amorphe exploitées. Ce terrain forme toute la rive gauche de la Seybouse en face de Guelma. Il nous a fourni quelques Hélices gypseuses indéterminables.

c) Le Pliocène, constitué surtout par des calcaires gris ou roses absolument identiques à ceux du même étage de Constantine : ils recouvrent les argiles cartenniennes, notamment au sud-ouest de la ville.

d) Le Pléistocène formé sur certains points par des tufs à tiges de plantes, sur d'autres points par des cailloux roulés, des sables, des limons.

1. Fournel. Richesse minérale de l'Algérie, I, p. 172, 182. — Pomel. Descr. strat. gén. de l'Algérie, p. 162.

Quant au Barrêmien lui-même il rappelle absolument les couches à *Hamulina* du Djebel-Ouach par sa constitution lithologique.

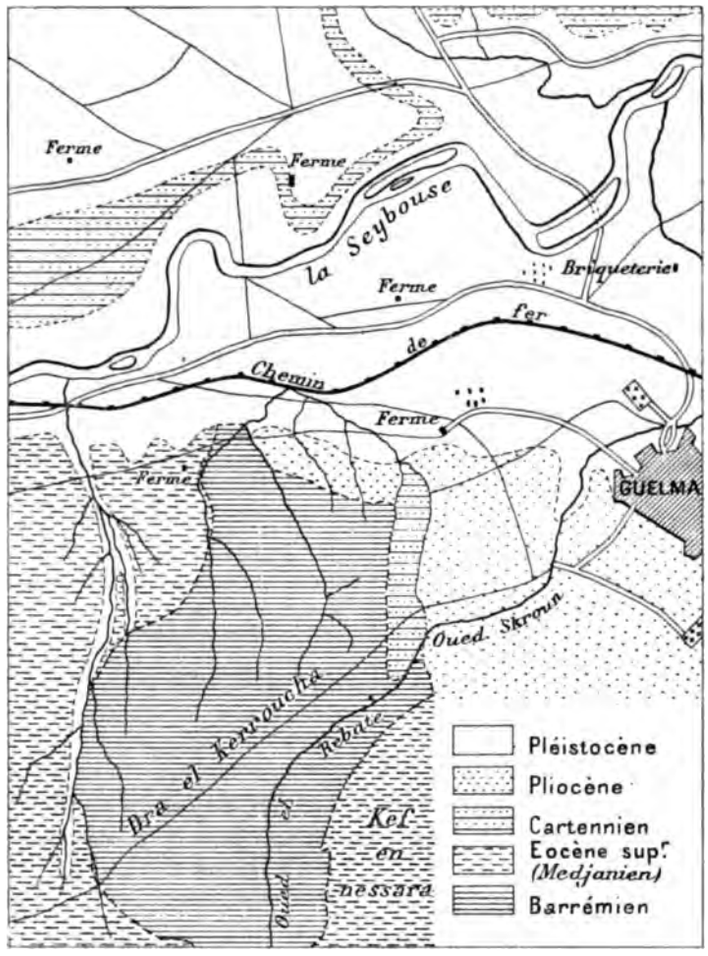


Fig. 5. — Carte géologique du Barrêmien de Guelma et des terrains adjacents. Echelle : 1/50.000e.

Il est d'ailleurs aussi riche que lui en fossiles. Nous en avons recueillis, en peu de temps, près de cinquante espèces, dont 32 Ammonites. En voici la liste.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
		Néocomien	Barrémian Inférieur	Barrémian Supérieur	Aptien	
Phylloceras aff. *serum* Oppel	A. C.	—	—	—		
P. Thetys d'Orb.	R. R.	—	—	—	—	
P. Goreti Kilian	R. R.				—	
P. cf. *Ernesti* Uhlig	R.			—	—	
P. infundibulum d'Orb.	C. C.	—	—	—	—	
Lytoceras spec. indet.	A. R.					Semblable au *Lytoceras* spec. indet. voisin du *L. Jauberti* du Djebel Ouach.
L. crebrisulcatum Uhlig.	R. R.			—		
L. cf. *strangulatum* d'Orb.?	R. R.	—	—	—	—	
L. spec. indet.	R.					Semblable au *Lytoceras* spec. indet. voisin du *L. Strangulatum* du Djebel Ouach.
Macroscaphites Yvani Puzos?	R. R.		—	—	—	
M. cf. *alpinus* d'Orb.?	R.			—		
Hamulina spec. indet.	R.					Rappelle *Ham.* nov. spec. indet. du Djebel Ouach, mais à côtes beaucoup plus fortes, à ligne suturale moins découpée.
H. spec. indet.	R.					Rappelle un peu *Hamulina tenuis* Repelin [1].
H. spec. indet.	A. C					Coquille lisse, à section circulaire : ligne suturale assez simple.
H. cf. *Royeriana* d'Orb.?	R.				—	
Bochianites spec. ind.	R. R.					
Pulchellia Sauvageani Hermite	R.		—			
P. nov. spec.	R. R.					Semblable à *Pulchellia* nov. spec. voisine de *P. Malladæ* du Djebel Ouach.
P. spec. indet.	R					Voisine de *Pulch. provincialis* d'Orb., mais s'en distinguant aisément par son ombilic plus large, ses côtes falciformes, simples, non tuberculées à l'ombilic. Ses tubercules ventraux sont bien canaliculés, mais ils sont moins larges et presque tranchants. Région ventrale anguleuse, creusée d'un sillon assez étroit et profond.
Desmoceras strettostoma Uhlig	A. C.			—	—	
D. Gouxi Sayn	A. C.					
D. spec. indet.	R. R.					Voisin de *D. Gouxi* Sayn mais à accroissement bien moins rapide, à ombilic beaucoup plus large, à sillons plus coudés, à côtes plus accentuées.
Silesites aff. *Seranonis* Sayn	A. R.					
S. interpositus Coq	A. C.			—		

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 371, pl. VII, fig. 12.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique				OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
		NÉOCOMIEN	BARRÉMIEN INFÉRIEUR	BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	APTIEN	
Holcodiscus spec. ind.	R. R.					Coquille suborbiculaire, à tours plus larges que hauts ornés de fines costules qui partent du pourtour de l'ombilic et traversent la région ventrale sans s'infléchir ; les bifurcations y sont rares.
Ancyloceras? spec. ind.	R. R.					
A.? spec. indet.	A. C					Coquille à section légèrement ovale ornée de fines costules, peu saillantes, dont certaines se groupent en faisceaux pour former des tubercules aplatis et peu accentués.
A.? spec. indet.	A. R.					Coquille à section ovale ornée de côtes obliques qui s'élargissent et s'aplatissent vers la région ventrale.
A.? spec. indet.	R. R.					Voisin du précédent, à côtes beaucoup plus larges et moins saillantes.
A. cf. *Cornueli* d'Orb.	A C.				—	
Heteroceras spec. ind.	R. R					
Toxoceras spec. indet	R. R					Orné de fortes côtes bituberculées, entre lesquelles se développent 3 à 5 côtes moins saillantes et non tuberculées ; section ovale ; courbure assez accentuée.
T. spec. indet.	R R.					Rappelle *T. Ouachense* Coq., mais s'en distingue par une ornementation beaucoup plus fine, plus serrée et ses côtes non tuberculées aussi saillantes que les côtes tuberculées.
Leptoceras spec. indet	R					Très voisin de *L. Cirtæ* Coq., s'en distinguant par ses tubercules ventraux profondément divisés en deux, la partie externe étant plus large et plus saillante ; quelquefois deux côtes s'y réunissent pour former un tubercule ce qui n'a jamais lieu dans *L. Cirtæ* Coq.
Belemnites carpaticus Uhlig.	A. R.			—		
B. minaret Raspail. . .	A. R.		—	—	—	
B. spec. indet.	R. R					Semblable à la 2e *Belemnites* spec. indet. du Djebel Ouach.
B. spec. indet.	R. R					Rostre non orné de sillons et d'un assez fort diamètre.
Duvalia cf. *binervia* Rp.	R. R.	—				
D. sp. indet.	R. R.					Semblable à *Duvalia* spec. indet. du Djebel Ouach.
D. cf. *Grasi* Duval .	R. R		—	—	—	
D. cf. *Emerici* Blainv	R. R.	—				
Turbo spec. indet . .	R. R.					Semblable au 1er *Turbo* spec. indet. du Djebel Ouach.
T. cf. *Mezetule* Coq. .	R.					
Lucina cf. *sculpta* Phill.	R.					
Pygope spec. ind . .	R. R.					
Toxaster? spec. indet.	R.					

Cette faune, on le voit, se distingue de celle du Djebel Ouach par la rareté des types caractéristiques du Barrêmien inférieur : nous n'y avons trouvé que trois espèces de *Pulchellia* (représentées par neuf individus seulement) et un unique *Holcodiscus* ; nous n'y avons point vu les couches à *Leptoceras*, qui cependant pourraient se montrer dans le fond de l'Oued el Rebate. Par contre, les genres *Phylloceras*, *Silesites*, *Hamulina* y sont bien représentés. Cette particularité, jointe à la présence de *Macroscaphites* et d'*Heteroceras*, doit faire placer le Barrêmien de Guelma, en grande partie tout au moins, au niveau des couches à *Hamulina*, du Djebel Ouach (Barrêmien supérieur).

Il faut noter, d'ailleurs, pour achever de caractériser ce gisement, l'absence à peu près complète d'espèces à faciès aptien et comme à Constantine, la persistance des *Duvalia* des groupes *binervia* et *Emerici*.

Ces observations paléontologiques semblent faire différer assez notablement l'affleurement barrémien du Dra el Kerroucha de ceux étudiés par M. Blayac [1] sur d'autres points du bassin de l'Oued Cherf. Au Djebel Taïa et à Medjez Sfa, particulièrement, les *Pulchellia* et les *Holcodiscus* paraissent bien moins rares qu'à Guelma ; mais les Céphalopodes déroulés ne semblent pas y être aussi abondants.

Environs d'Hammam Lif : le Djebel Bou Kournine

M. Aubert [2] a signalé l'existence au Djebel bou Kournine, près d'Hammam Lif, en Tunisie [3], de dépôts infracrétacés, dont l'ensemble représenterait suivant lui tous les étages de ce système, depuis l'horizon à *Hoplites Roubaudi* d'Orb. jusqu'à l'Aptien. La rareté des localités connues de l'Afrique du Nord, où l'on puisse voir une pareille succession dans le Crétacé inférieur à faciès vaseux pélagique nous a paru donner au Djebel bou Kournine une importance toute particulière. Aussi ayant été appelé à passer un certain temps à Hammam Lif et à Grombalia avons-nous cherché à reconnaître et à noter, aussi exactement que possible, les caractères pétrographiques et paléontologiques qui pouvaient différencier les divers étages de l'Infracrétacé dans cette région. Cette étude nous

1. *Loc. cit.*
2. *Explic. de la carte géol. prov. de la Tunisie*, p. 8, 10.
3. Voir les *feuilles de La Goulette* et de *Grombalia* de la carte d'état-major au 1/50.000e de Tunisie.

paraissait, d'ailleurs, devoir compléter utilement celle que nous avions faite du Djebel Ouach.

Le Djebel bou Kournine (la montagne aux deux cornes), qui atteint la cote 576 à 3 kilomètres seulement du rivage, est formé par trois lignes de crêtes parallèles, que séparent de profonds ravins, dont les uns, au nord, aboutissent au rivage du golfe de Tunis, et les autres, au sud, vont se perdre dans la plaine de Mornak. Cette plaine est reliée à celle de Grombalia par le Kranguet el Hadjaj, qui sépare le Djebel bou Kournine du Djebel Ressas (la montagne de plomb, 795 m.). Vers l'est, parallèlement à cette chaîne dont l'axe principal est formé de calcaires liasiques [1] courent une série de saillies crétacées dont les plus remarquables sont, près du littoral, le Djebel Srara et le Djebel Halloufa.

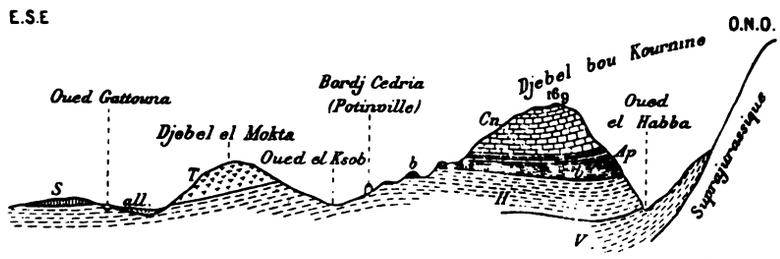


Fig. 6. — Coupe de l'Infracrétacé dans les environs d'Hammam Lif.
Echelle : 1/100.000e; hauteurs triplées.

all, Alluvions ; *S*, Sénonien ; *T*, Turonien ; *Cn*, Cénomanien ; *Ap*, Aptien; *B*, Barrêmien ; *H*, Hauterivien ; *V*, Valanginien.

Dans le fond de tous les principaux ravins entre Hammam Lif et Grombalia, sur une longueur de plus de 16 kilomètres, nous avons constaté la présence de l'Infracrétacé, qui forme ainsi toute une série de bandes parallèles. Les plus importantes sont :

1° Celle du ravin d'El Habba entre les deux crêtes principales du Djebel bou Kournine, laquelle se prolonge vers le sud au-delà de Crétéville, sur le flanc ouest du Djebel Ressass.

2° Celle de l'Oued el Ksob ou de Potinville (Bordj Cedria) entre le Djebel bou Kournine et le Djebel Srara ; elle s'épanouit vers le sud-est dans le Djebel el Gouad et le Djebel el Khoridja.

3° Celle de l'oued Gattouna entre le Djebel Srara et le Djebel Halloufa.

Dans cet ensemble de lambeaux infracrétacés nous avons distingué la série de couches ci-après :

1. A la base, des bancs de grès lustrés rougeâtres alternant avec

1. Ficheur et Haug. *C. R. Ac. Sc.*, CXXII, p. 1354.

des marnes grisâtres : ces couches qui ne nous ont présenté que quelques *Duvalia lata*, un *Lytoceras* cf. *quadrisulcatum* d'Orb. et. dans la partie inférieure, *Hoplites Roubaudi* d'Orb., se montrent sur les deux flancs de l'arête qui va d'Hammam Lif au signal du Bou Kournine.

2. Immédiatement au-dessus, du côté d'El Habba, des alternances de marnes grisâtres et de calcaires gris, en minces plaquettes, le tout assez pauvre en fossiles. Nous y avons rencontré *Holcostephanus Astieri* d'Orb., *Duvalia* cf. *lata* Blainv., *Pygope* spec. indet.

3. Des marnes grises à *Duvalia dilatata* Blainv., *Duv. Emerici* Blainv., etc. qui sont surtout développées vers Potinville, où elles renferment de nombreux *Aptychus*.

4. Des marnes et marno-calcaires grisâtres se débitant en plaques, où MM. Aubert [1] et Haug [2] ont signalé *Macroscaphites Yvani* Puzos. Cette zone s'est montrée particulièrement fossilifère sur trois points : sur le côté droit du ravin d'El Habba, près de la ferme de Potinville, et, au nord-ouest du Djebel el Djemaa, du côté du Kranguet el Hadjaj. Elle est caractérisée par la présence d'Ammonites pyriteuses des genres *Phylloceras*, *Pulchellia*, etc.

5. Des marnes grisâtres à *Duvalia Grasi* Duval, au-dessus des précédentes, sur le flanc droit du ravin d'El Habba.

6. Des marnes d'un gris blanchâtre alternant avec des calcaires jaunâtres à *Phylloceras Guettardi* Rasp., *Desmoceras Emerici* Rasp. Ces couches se montrent surtout très fossilifères près de la cote 169, non loin d'une source canalisée qui alimente un abreuvoir (Sebala) à la ferme d'El Habba.

7. Des marnes semblables aux précédentes à *Belemnites semicanaliculatus* Blainv.

Cette succession nous a paru rappeler absolument celle de la Provence. Les couches 1 et 2 répondent au Valanginien, la couche 3 à l'Hauterivien, la couche 4 au Barrêmien, l'ensemble des couches 5, 6 et 7 à l'Aptien. Dans ce dernier étage la division est très nette et absolument semblable à celle signalée par M. Kilian, dans la Montagne de Lure et par M. Leenhardt dans le Ventoux. La couche 5 répond au Bédoulien, la couche 6 au Gargasien inférieur, riche en Ammonites et la couche 7 à la zone à *Belemnites semicanaliculatus* qui couronne l'Aptien dans la Haute-Provence.

Ces différentes zones nous ont fourni une soixantaine d'espèces fossiles dont voici la liste, avec l'indication de leur degré d'abondance ou de rareté sur les deux points principaux, où nous les avons recueillis.

1. *Loc. cit.*
2. *Revue génér. des Sciences*, tome 7, 1896, p. 1047.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Points où les fossiles ont été recueillis [1]	COUCHES	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique						OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
				Néocomien		Barrémien		Aptien		
				INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	
1° NÉOCOMIEN										
Lytoceras cf. *quadrisulcatum* d'Orb.	B K.	1	R. R.	—	—	—	—	—	—	
Holcostephanus Astieri d'Orb.	B. K.	2	R R.	—	—					
Hoplites pexiptychus Uhlig	B. K.	1	R. R.	—						Syn. : *H. Roubaudi* d'Orb.
Belemnites bipartitus Catullo	P.	3	R. R.	—	—					
Ducalia lata Blainv.	B. K.	1-2	R.	—						
D. cf. *lata* Blainv.	P.	3	A. R.							Plus comprimée et plus aiguë que *Duv. lata*.
D. dilatata Blainv.	P.	3	A. C.		—					
D. Emerici Blainv.	P.	3	R.	—						
Aptychus spec. indet.	P.	3	A. C.							En deux pièces, du groupe *Lamellosi*, à face externe portant de forts plis sinueux et à face interne ornée de fines stries parallèles au bord externe
Pygope spec. indet	B. K	2	R. R.							
Cidaris spec. indet.	P.	3	R. R.							
2° BARRÉMIEN										
Phylloceras aff. *serum* Oppel	P. B. K.	4	R.	—	—	—	—			
P. cf. *Thetys* Sayn	B. K.	4	R. R.				—			
P. Micipsa Coq	B. K.	4	R. R.							
P. infundibulum d'Orb	P. B. K.	4	C.	—	—	—	—	—	—	
P. cf. *infundibulum* Sayn	B. K.	4	R. R.				—	—	—	
Lytoceras spec. indet.	B. K.	4	R. R.							
Pulchellia Sauvageaui Hermite	P. B. K.	4	R R.			—				
Desmoceras Nabdalsa Coq	B. K	4	R. R.							
D aff. *Nabdalsa* Sayn ?	P. B. K.	4	R. R.							
D. getulinum Coq	B. K.	4	R. R.			—				
D. cf. *Parandieri* d'Orb.	P.	4	R. R.						—	

1. B. K. = Djebel bou Kournine. — P. = Potinville.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Points où les fossiles ont été recueillis	COUCHES	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique						OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
				Néocomien		Barrémien		Aptien		
				INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	
D.? cirtense Sayn. . .	B. K.	4	R R.			—				
D. Gouxi Sayn	B. K.	4	A C.							
Silesites aff *Seranonis* Sayn.	B. K.	4	R.							
S. interpositus Coq	B. K.	4	R.				—			
Oppelia spec. ind. . .	P. B. K.	4	A. R.							
Holcodiscus nov. spec.	P.	4	R R.							Semblable à *Holc.* nov. spec. du Djebel Ouach.
Leptoceras ? cf. *ensis* Coq	B. K.	4	R. R.							Les côtes sont moins fortes que dans l'espèce de Coquand et rapprochent le *Leptoceras* du Bou Kournine de *Lept.* spec. indet. Sayn.
Belemnites Fallauxi Uhlig	P.	4	A. C.				—			
B. minaret Rasp . .	P.	4	A C.			—	—	—		
Duvalia cf. *binervia* Rasp.	P.	4	C.							
Turbo spec. indet .	B. K.	4	R. R.							
Cyclolites?? spec. ind.	B. K.	4	C.							
3e APTIEN										
Phylloceras Goreti Kil.	B. K.	6	A. R.						—	
P. Guettardi d'Orb. .	B. K.	6	R. C.				—	—	—	
P. infundibulum d'Orb.	B. K.	6	C.	—	—	—	—	—	—	
Lytoceras cf. *quadrisulcatum* d'Orb ? .	B. K.	6	R. R.	—	—	—	—	—	—	A accroissement un peu plus rapide, à dernier tour légèrement aplati et à selles moins découpées que dans le type.
L. strangulatum d'Orb.	B. K.	6	R.	—	—	—	—	—	—	
Lytoceras spec. indet.	B. K.	6	R. R.							Du groupe de *Lyt. Juilleti* d'Orb., présentant au pourtour de l'ombilic de petites costules, qui finissent brusquement vers le tiers externe de la coquille, limitées par une fine arête de celle-ci, tandis que quelques-unes seulement assez espacées deviennent plus saillantes en traversant la région ventrale. Par l'épaisseur de ses tours, l'enroulement de sa spire, la finesse de ses stries, il se rapproche du *Lyt. tenuistriatum* Repelin [1].

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 367.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Points où les fossiles ont été recueillis	COUCHES	Degré d'abondance ou de rareté	ÉTAGES dans lesquels les fossiles ont été signalés en Europe et en Amérique						OBSERVATIONS CARACTÈRES SAILLANTS DES ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES
				Néocomien		Barrémien		Aptien		
				INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	
L. ? spec. indet. . . .	B. K.	6	R. R.							Individu de petite dimension très aplati, rappelant *Amm. Abd-el-Kader* Coq. [1] ; s'en distinguant par ses côtes non groupées en faisceaux autour de l'ombilic ; ses côtes sont d'ailleurs plus saillantes que dans l'espèce d'Aïn Zaïrin.
Ptychoceras lævе Math.	B. K.	6	R.						—	
Oppelia Nisus d'Orb. .	B. K.	6	R						—	
O. aptiana Sarrazin. .	B K	6	R. R.						—	
Desmoceras cf. *strettostoma* Uhlig	B. K.	6	R.				—	—	—	
D. Nabdalsa Coq. .	B. K.	6	R.							
D. Emerici Rasp. . . .	B K.	6	C.						—	
D. ? cf. *Angladei* Sayn.	B. K	6	R. R.						—	Présente de fines costules sur presque toute la largeur du tour ; des sillons plus droits et dont les bords forment au pourtour de la région siphonale une légère saillie au-dessus du reste de la coquille.
D. spec. indet.	B. K	6	R.							Voisin de *Desm. latidorsatum* Michelin, à paroi ombilicale plus élevée et abrupte, à tours plus larges et moins hauts, à accroissement moins rapide, à selles moins profondément découpées.
Silesites aff. *Seranonis* Sayn.	B. K	6	R.				—			
S. interpositus Coq. .	B. K	6	R.				—			
Holcodiscus cf. *Sophonisba* Coq.	B. K.	6	R. R.			—				
H. cf. *Morleti* Kilian .	B. K.	6	R. R.			—				
H. ? spec. indet. . . .	B. K.	6	R. R.							
Acanthoceras cf. *Martini* d'Orb.	B. K.	6	R.						—	
A. spec. indet. . . .	B. K.	6	B. K.							
Belemnites semicanaliculatus Blainv. . .	B. K.	6-7	C					—	—	
Duvalia Grasi Duval .	B K.	5-6	R.			—	—	—		
Turbo spec. indet. . .	B. K.	6	R. R.							

1. *Mém. S. G. F.*, (2), V, 1re partie, p. 147, pl. III, fig. 8-9.

Le Néocomien, comme on le voit, se montre très pauvre en fossiles, particulièrement vers la base, où nous n'avons recueilli que deux Ammonites pyriteuses. Vers le sommet, les fossiles pyriteux disparaissent et les *Duvalia* prennent un grand développement, surtout comme individus.

Le Barrêmien est représenté par un deuxième niveau à Ammonites pyriteuses. Les faunes de ses différents affleurements, assez semblables les unes aux autres, sont bien plus pauvres que celles de Guelma et du Djebel Ouach. Elles n'offrent ni l'abondance des individus du genre *Phylloceras*, ni les nombreuses espèces de *Pulchellia* et *Holcodiscus* du second, ni la richesse en *Phylloceras*, *Desmoceras* et *Hamulina* du premier. A l'exception de *Phylloceras infundibulum* d'Orb., les Ammonites y sont rares, particulièrement celles des genres caractéristiques du Barrêmien inférieur, *Pulchellia* (4 individus, 1 espèce), *Holcodiscus* (1 individu), *Leptoceras* (1 individu douteux). Il en est de même des Gastropodes et des Echinides. Nous n'y avons recueilli ni Lamellibranches ni Polypiers. Enfin quelques Ammonites à faciès aptien figurent dans la liste : elles proviennent peut-être des couches supérieures d'où elles ont pu être entraînées par les eaux qui ont profondément raviné les flancs des mamelons infracrétacés. L'ensemble de la faune indiquerait plutôt, comme à Guelma, le Barrêmien supérieur. Il est fort possible d'ailleurs que le Barrêmien inférieur existe à la base de cette assise, mais les éboulis qui la masquent ne permettent pas de l'y observer.

L'Aptien nous présente un troisième niveau à Ammonites pyriteuses, compris entre deux horizons où les Ammonites font complètement défaut et où nous n'avons pu recueillir que de rares Bélémnites. Les caractères de l'Aptien sont, d'ailleurs, sensiblement les mêmes que ceux du Barrêmien supérieur. Les espèces seules diffèrent. C'est ainsi que *Phylloceras Guettardi* Rasp. et *Desmoceras Emerici* Rasp. sont aussi communs que l'étaient précédement *Phylloceras infundibulum* d'Orb. et *Desmoceras Gouxi* Sayn. Toutefois il convient de remarquer qu'ici se produit un fait analogue à celui constaté à l'Oued Cheniour par M. Blayac [1], la persistance de genres considérés comme essentiellement barrêmiens, tels que *Holcodiscus* et *Silesites*. Un caractère négatif curieux de cette faune est l'absence complète du genre *Hoplites*, habituellement si abondant à ce niveau en Provence, et même en Tunisie, où l'indique M. Pervinquière [2]. En dehors des Céphalo-

1. *Loc. cit.*
2. in DE LAPPARENT. Traité de géol., 4e édition, p. 1294.

podes, l'Aptien ne nous a présenté d'autres fossiles qu'un Gastropode en très mauvais état, d'ailleurs.

Dans le voisinage de l'Infracrétacé d'Hammam Lif on a reconnu la présence du Lias, de l'Oxfordien, du Jurassique supérieur, du Cénomanien et du Turonien. Ces terrains ont fait l'objet d'un grand nombre d'études, particulièrement de MM. Rolland [1], Le Mesle [2], Aubert [3], Baltzer [4], Ficheur [5], Haug [5], etc. Sur le flanc nord du Djebel Halloufa des marnes grisâtres appartenant à l'Eocène inférieur (?) nous ont fourni, *Aturia* spec. ind., *Terebratula* sp. ind. et des Polypiers tous pyriteux.

La Chebka Tebaga

En dehors des faunes des trois régions que nous venons d'étudier et où nous avons fait des recherches personnelles assez longues, il nous a été donné d'examiner un certain nombre de fossiles provenant de la Chebka Tebaga, à 6 kilomètres au nord de l'exploitation d'antimoine de Hamimat, sur le flanc nord du Raz el Bred. Indépendamment de quelques espèces qui nous ont paru nouvelles, nous y avons reconnu *Phylloceras infundibulum* d'Orb., *Desmoceras getulinum* Coq., *Belemnites* cf. *pistilliformis* Blainv. Cette faune qui semble indiquer le Barrêmien supérieur ou l'Aptien inférieur, paraît en tous cas bien différente de celle du Néocomien indiquée par Coquand [6] au Djebel Hamimat. Il n'est pas impossible, d'ailleurs, que le Néocomien existe sur ce point au-dessous des couches barrêmiennes ou aptiennes.

Résumé

En résumé, l'Infracrétacé à faciès vaseux pélagique, nous a paru présenter dans le Nord de l'Afrique, la série suivante, où la succession des zones est sensiblement la même que celle à laquelle se sont arrêtés MM. Munier-Chalmas et de Lapparent [7] pour le Midi de la France :

1. *C. R. Ac. Sc.*, CI; — *B. S. G. F.*, (3), XVI, p. 847; XVII, p. 129; XVIII, p. 29, etc.
2. Exploration scientifique de la Tunisie; *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 209, etc.
3. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 334 : — *Carte géol. prov. de la Tunisie et texte explicatif.*
4. *N. Jahrb.*, 1893. T. II.
5. Ficheur et Haug. *C. R. Ac. Sc.*, CXXII, p. 1354. — Haug. *Revue génér. des Sciences*, 7e année, 1896, p. 1047. — *A. F. A. S.*, Saint-Etienne, 1897.
6. *Mém. S. G. F.*, (2), V, 1re partie, p. 71.
7. *B. S. G. F.*, (3), XXI, p. 464 et suiv.

APTIEN	GARGASIEN	9° Marnes à *Belemnites semicanaliculatus.* 8° Marno-calcaires à *Phylloceras Guettardi* et *Desmoceras Emerici.*
	BÉDOULIEN	7° Marnes à *Duvalia Grasi.*
BARRÊMIEN	supérieur	6° Marno-calcaires à *Macroscaphites, Silesites, Hamulina* et Poissons.
	inférieur	5° Marnes à *Pulchellia* et *Holcodiscus.* 4° Calcaires à *Leptoceras* cf. *subtile.*
NÉOCOMIEN	HAUTERIVIEN	3° Marnes à *Duvalia dilatata, Duv. Emerici* et *Aptychus.*
	VALANGINIEN	2° Marno-calcaires à *Holcostephanus Astieri* et *Duvalia lata.* 1° Grès à *Hoplites Roubaudi* et *Lytoceras quadrisulcatum.*

Malgré cette succession si nette et dont le synchronisme avec l'Infracrétacé de la Haute-Provence est frappant, on ne saurait contester l'intime liaison de ces différentes assises entre elles, liaison qui constitue d'ailleurs le caractère essentiel des formations bathyales et qui se manifeste non seulement par une grande uniformité dans la constitution lithologique, mais encore par la préexistence ou la persistance d'espèces fossiles en dehors de la zone dans laquelle on les a souvent considérées comme absolument localisées. C'est ainsi que M. Blayac à Medjez Sfa et nous-même au Djebel Ouach, avons constaté la persistance dans le Barrêmien inférieur de *Lissoceras Grasi*, *Phylloceras semisulcatum*, etc. ; que nous avons recueilli dans le Barrêmien supérieur du Djebel-Ouach un certain nombre de fossiles habituellement aptiens, tandis que M. Blayac observait à l'Oued Cheniour et nous-même à Hammam Lif la persistance dans l'Aptien de *Silesites*, *Desmoceras* et *Holcodiscus* à faciès nettement barrêmiens.

En terminant cette étude nous devons adresser tous nos remerciements à M. Ficheur, dont les savants conseils nous ont été d'un précieux secours dans nos recherches.

NOTE

SUR LE FONÇAGE DU PUITS *ARTHUR DE BUYER*

EXÉCUTÉ PAR LA SOCIÉTÉ DES HOUILLÈRES DE RONCHAMP

(HAUTE-SAÔNE)

par M. **Mathieu MIEG.**

Le fonçage du puits n° 11 « *Arthur de Buyer* », exécuté par la Société des Houillères de Ronchamp, a été achevé au commencement du mois de novembre 1900 et a atteint la profondeur de 1.010 mètres.

La Société géologique de France ayant eu l'occasion d'examiner les premiers travaux de forage, lors de sa visite à Ronchamp, pendant la réunion extraordinaire de 1897, il m'a semblé intéressant de compléter la note parue dans le bulletin de la Société à l'occasion de l'excursion du 3 septembre [1] de cette année.

C'est au mois d'octobre 1892 que fut décidée la création au sud-ouest du puits du Magny, d'un nouveau siège d'exploitation, devant comprendre deux puits, chacun de 4 mètres de diamètre dans œuvre, destinés l'un à l'extraction de la houille, l'autre à l'aérage des travaux. Le plongement sud-ouest du terrain houiller avec une forte pente — environ 30 centimètres par mètre — faisait prévoir que l'exploitation atteindrait une profondeur d'environ 1000 mètres, mais pourrait être réduite à environ 900 mètres, à cause du rejet de 100 mètres produit par la faille constatée dans la galerie de recherche creusée au puits du Magny.

Ces prévisions ont été pleinement justifiées par les travaux, car la première couche de houille a été rencontrée vers 852 mètres de profondeur et la seconde vers 875 mètres.

Les travaux de fonçage du puits *Arthur de Buyer*, commencés au début de l'année 1895 ont été achevés en novembre 1900, et on est en train de creuser les travers bancs pour la construction des recettes. Il aura donc fallu un peu moins de six années pour mener à bien cet important travail. Étant donné le point choisi pour

1. *B. S. G. F.*, [3], XXV, p. 1003, 1897.

Je tiens à remercier le Directeur des Houillères M. L. Poussigue, M. l'ingénieur Faucillon et les employés de la mine pour l'empressement qu'ils ont mis à me fournir les renseignements dont j'avais besoin pour ma note.

l'emplacement du nouveau puits d'extraction, les travaux ont dû être commencés dans le grès bigarré. La coupe complète des terrains traversés, de haut en bas, pendant le fonçage du puits est la suivante :

		Profondeur	Épaisseur
Grès bigarré		0m à 60m	60m
Grès fin violacé, passant à la base au grès vosgien		60m à 70m	10m
Grès vosgien, avec nombreux galets de quartz et partie sableuse à la base		70m à 90m	20m
Grès rouge, épaisseur 39 mètres environ. Argile rouge massive, puis argilolithes bariolées plus stratifiées, ép. 156 m. env. Alternances de grès, de brèches avec un peu d'argile, puis argile avec petites veines de grès, ép. 76 mètres env.	Partie supérieure — Grès rouge		
Grès rouge à grain fin avec brèches et un peu d'argile, ép. 66 mètres env. Grès avec brèches dominantes. ép. 115 mètres env. Argile avec quelques bancs de grès, ép. 160 mètres env. Alternances de poudingues violacés et d'argilolithes avec empreintes de feuilles de Cordaïtes (entre 710 et 712m) ép. 18 mètres env. Grès et poudingues violacés avec quelques brèches, ép. 44 mètres 56 env.	Partie inférieure — Grès rouge	90m à 764m56	674m56
Alternances de grès et de grès schisteux avec empreintes de Cordaïtes, etc., dans les parties schisteuses, épaisseur 87 m. 84 environ. Schistes avec nodules de carbonate de fer, puis schistes houillers fins, ép. 8 m. 40 env. *Première couche.* — 3 bancs de houille séparés par des grès schisteux, dont le plus épais d'environ 0 m. 80, les deux autres de 0 m. 20. Grès grossier avec troncs de Calamites, ép. 10 à 11 mètres env. Deux petits bancs de houille de 0m20 séparés par 2 mètres de schiste houiller, ép. 2 m. 40 env. Schiste houiller, ép. 0 m. 80 env. *Deuxième couche*, comprenant environ 1 m. 60 d'ouverture de houille avec intercalation de 2 bancs minces de grès, puis 0 m. 40 de grès et un nouveau banc de houille d'environ 0 m. 80, ép. 2 m. 80 env. Grès houiller, ép. 1 mètre env.	Terrain houiller proprement dit	764m56 à 878m80	114m24

		Profondeur	Épaisseur
Terrain talqueux.—Tuf de porphyre pétrosiliceux blanchâtre avec forts filons de calcaire dolomitique, ép. 56 m. 20 env. Petit filon de houille de 0 m. 10, représentation de la couche de Mourière, ép. 0 m. 10 env. Terrain talqueux, ép. 6 mètres env. Schistes de la grauwacke carbonifère, ép. 68 m. 90 env.	Carbonifère infér.	878m80 à 1010m	131m20

Observations générales sur les terrains traversés. — Ainsi que je l'ai indiqué dans ma précédente note, le grès bigarré repose en stratification concordante sur le grès des Vosges, et le passage d'un étage à l'autre se fait insensiblement, de sorte qu'il est impossible d'établir une ligne de démarcation. Les bancs ont une pente de 8 centimètres par mètre. Le grès vosgien repose également en stratification concordante sur le grès rouge. Les bancs du grès bigarré et du grès des Vosges sont aquifères, aussi a-t-on constaté dans les deux puits à la profondeur de 90 mètres, une venue d'eau de 300 mètres cubes par 24 heures. Afin d'empêcher l'eau de pénétrer dans l'intérieur des puits, un cuvelage en fonte, absolument étanche, est établi sur les cent premiers mètres, puis à partir de cette profondeur, étant donné l'imperméabilité du grès rouge, le revêtement des puits est, pour l'un d'eux en moellons taillés, et pour l'autre en moellons artificiels de ciment.

En dehors des faits signalés précédemment, le grès bigarré et le grès vosgien n'ont présenté aucune particularité à mentionner, sauf que le grès vosgien, — comme dans la coupe du moulin des Battans — a une épaisseur très réduite et renferme des bancs sableux, friables à la base.

Le grès rouge permien, a été traversé sur une épaisseur considérable, d'environ 674 m. 56. Les brèches de la partie supérieure et moyenne du Permien, — particulièrement entre 400 à 600 mètres de profondeur — sont à éléments anguleux et renferment des fragments de grès ferrugineux ou siliceux, de porphyre violacé, plus ou moins décomposé, de schistes de transition, et des cristaux isolés de feldspath et de quartz.

Les poudingues violacés de la base du Permien contiennent des cailloux roulés d'un grès siliceux violacé, mélangés de fragments de porphyre violacé et de grains de quartz cimentés par une pâte ferrugineuse.

Les brèches du Permien contiennent divers minéraux, de la calcite, de la dolomie, de la barytine, de la pyrite et des traces de fer oligiste.

Les argilolithes de la base du Permien n'ont pas fourni de tiges silicifiées, mais seulement quelques empreintes de feuilles de Cordaïtés.

Comme accident de terrain il y a lieu de signaler, vers 410 mètres et vers 675 mètres, deux petits accidents de faille, dont le dernier, dans le sens de la houillère, relève la partie sud des terrains traversés.

Le terrain houiller — ainsi que je l'ai fait observer précédemment — plonge au sud-ouest avec une forte pente constante (environ 30 centimètres par mètre) et conserve dans tous les plans de cette orientation une épaisseur constante.

Au puits *Arthur de Buyer*, le terrain houiller a été traversé sur une épaisseur d'environ 114 m. 24, et de 170 m. 54, si on y ajoute le terrain talqueux de la base, y compris le petit banc de houille de 10 centimètres qui représente la couche de Mourière.

La partie supérieure du terrain houiller, jusqu'à la première couche de houille, s'est montrée exclusivement composée de grès, de grès schisteux et de schiste plus ou moins fin, avec nodules de carbonate de fer dans les derniers mètres qui avoisinent la houille. On remarquera l'absence des poudingues houillers, rencontrés au milieu des bancs de grès, en d'autres points du bassin, notamment au puits du Chanois, où ils sont formés d'éléments faiblement roulés de roches cristallines : porphyre pétrosiliceux et porphyrite mélangées de fragments de schiste de transition verdâtre et de grains de quartz.

Les empreintes végétales renfermées dans les schistes houillers jusqu'au voisinage de la première couche sont variées et ne diffèrent pas sensiblement de celles rencontrées sur d'autres points, dans les exploitations de la houillère. On y constate l'abondance des empreintes de feuilles et de fruits de Cordaïtes, mélangées avec deux espèces de Sigillaires : *S. tessellata*, *S. elliptica;* de nombreux *Pecopteris*, *Cyclopteris*, *Asterophyllites*, *Annularia;* quelques *Lepidodendron*, etc., flore fossile qui, d'après l'abbé Boulay [1] semble correspondre à une période assez longue de dépôt qui atteint la base du terrain houiller supérieur. D'après M. Grand'Eury [2] la flore de Ronchamp présente tant d'analogie avec celle d'Épinac, près d'Autun, que la continuité des couches houillères d'un point à l'autre semble probable.

Les schistes houillers contenaient également quelques fragments

1. *B. S. H. N.*, Colmar 1879-1880, p. 32.
2. GRAND'EURY, *Flore carbonifère du département de la Loire*, 1877.

de Poissons ganoïdes palæoniscidés, à corps trapu, écailles rhomboïdales ornées de lignes longitudinales qui (d'après des échantillons plus complets de la collection Édouard Doll de Mulhouse, provenant des déblais du puits Saint-Charles à Ronchamp, que j'ai pu étudier), se rapprochent du genre *Elaveria* Sauvage, de Commentry.

Les grès houillers, assez grossiers, qui se rencontrent entre la première et la seconde couche de houille renferment d'assez nombreux troncs de Calamites, *C. cannoeformis?*, ayant jusqu'à 1 mètre à 1 m. 10 de longueur. D'après les observations et les dessins qui m'ont été communiqués par l'ingénieur chargé de la direction des travaux, M. Faucillon, certains de ces troncs, légèrement infléchis vers la base et terminés en pointe, étaient dans une position perpendiculaire à la stratification et présentaient l'apparence de tiges en place.

Comme accidents de faille, il y a lieu de signaler la faille rencontrée au midi du puits, qui ramène la première couche au niveau de la petite couche intermédiaire. Cette faille supprime les schistes houillers, généralement très riches en empreintes végétales, qui séparent la première couche de la couche intermédiaire.

Un accident de faille de peu d'importance a également été constaté dans la seconde couche.

Les roches talqueuses de la base du terrain houiller ont été très exactement décrites par M. Collot dans sa note sur les roches du bassin de Ronchamps [1]. Ce sont des tufs de porphyre pétrosiliceux blanchâtres, légèrement rosâtres, formés de fragments feldspathiques blancs, anguleux, renfermant des grains de quartz bipyramidé.

Les granulations lumineuses de ce tuf forment des traînées dans la matière amorphe, où sont noyés les cristaux anciens de quartz et d'orthose, ceux-ci peu nombreux et petits. Ces tufs qui ont été rencontrés sur plus de 50 mètres d'épaisseur au puits *Arthur de Buyer*, étaient traversés par d'épais filons de calcaire dolomitique, riche en fer, avec cristaux, recouverts de mouches de pyrite. La dénomination de *roche talqueuse* donnée par les mineurs à ces tufs provient de ce qu'ils ont parfois — comme dans certains échantillons comprimés et un peu schisteux, que je possède, provenant du puits du Chanois — un toucher légèrement talqueux, savonneux.

1. Collot. Note sur les roches du bassin de Ronchamp. *B. S. G. F.*, [3], XXV, p. 1017-1018 (1897).

A 935 mètres de profondeur s'est rencontré encore un petit filon de houille de 10 centimètres d'épaisseur, qui est le représentant de la couche de Mourière et correspond à la base du terrain houiller. Le petit banc de schiste siliceux qui vient en dessous offre déjà beaucoup d'analogie avec les schistes à *Sphenopteris* et à *Cyclopteris* de la grauwacke carbonifère de Bourbach-le-Bas.

Une dernière empreinte végétale, peu déterminable, a été rencontrée, vers la limite du terrain talqueux, à la profondeur de 940 mètres dans un schiste siliceux.

Les schistes anciens du Carbonifère inférieur, sur lesquels le Houiller est discordant, commencent à la profondeur de 941 mètres et se continuent jusqu'à 1010 mètres, profondeur à laquelle a été arrêté le fonçage du puits *Arthur de Buyer*.

Application de la théorie de M. Fayol au bassin houiller de Ronchamp. — Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Belfort (séance du 4 septembre 1897 à Belfort), M. Collot avait appelé l'attention de ses confrères sur la conformité de disposition du bassin houiller de Ronchamp avec celle que lui assignerait la théorie de M. Fayol. La théorie des deltas houillers semble en effet s'appliquer parfaitement à ce bassin.

Le terrain houiller de Ronchamp, déposé dans la grande dépression carbonifère qui s'étend au sud du système des ballons de la falaise vosgienne, s'épanouit à l'ouest sur une grande épaisseur — plus de 150 mètres au puits du Chanois — pour se terminer en pointe et disparaître peu à peu entièrement vers l'est.

Les couches de houille de la région — au nombre de trois avec la couche intermédiaire — sont affectées de la même manière; elles s'amincissent au levant et arrivent à n'en plus constituer qu'une seule qui disparaît complètement. Les bancs de schistes et de grès qui séparent les trois couches du système de Ronchamp vont également en augmentant vers le couchant par l'amplification de barres qui deviennent des bancs épais.

D'après les observations de M. Trautmann [1], les bancs de poudingues houillers s'amincissent et deviennent de moins en moins nombreux, à mesure qu'on avance vers le sud-est. Ainsi au sondage de Malbouhans on a traversé treize bancs de poudingues, d'une épaisseur totale de 46 mètres, sur 126 mètres de terrain

1. E. Trautmann. *Etude des gîtes minéraux de la France.* Ministère des Travaux publics. Bassin houiller de Ronchamp. Paris, Quantin, 1855, v. p. 112-113.

houiller; au puits Sainte-Marie, trois bancs seulement de 20 mètres d'épaisseur ensemble, sur 120 mètres de terrain houiller; à Sainte-Pauline on ne trouve plus qu'un banc de 6 à 7 mètres, sur une épaisseur de 60 mètres de terrain houiller.

Les faits que nous venons de citer, et particulièrement l'amincissement progressif et la disparition du bassin houiller de Ronchamp vers l'est et le sud-est, permettent de conclure, avec M. Trautmann [1] que le courant qui a charrié et amené dans le bassin, tant les roches que les matières végétales, venait du nord-ouest, de terres basses émergées entre les Vosges, les Ardennes et le Morvan. Les gros galets des poudingues se sont déposés les premiers, — il est évident que certains éléments de ces conglomérats ont dû être empruntés au terrain talqueux et aux schistes carbonifères qui occupent le fond du bassin, — puis les sables et les schistes se déposèrent à leur tour, et, aux époques où le courant charriait de notables quantités d'éléments ligneux, ceux-ci ont été en général amenés plus loin pour former les couches de houille.

M. Trautmann a fait observer en outre, que même à ces époques, les eaux charriaient des sables et des argiles, qui se sont intercalés entre les dépôts ligneux, de préférence à leur entrée dans le bassin de dépôt. La grande division des couches de houille vers le nord-ouest les rend en effet inexploitables, tandis que c'est vers le centre du bassin qu'elles sont le plus régulières.

Quant aux troncs de Calamites, présentant l'apparence de tiges en place, observés dans le fonçage du puits *Arthur de Buyer*, ils ne sauraient pas contredire la théorie des deltas et des troncs charriés par les eaux torrentielles, puisque de nombreux troncs, présentant les caractères de troncs en place, ont été également observés à Commentry, et que M. Fayol lui-même a démontré que dans un courant rapide, nombre de végétaux, fût-ce même des frondes de fougères, gardent la station verticale, pour ne commencer à se coucher que quand leur pied a touché le fond.

1. *Ouv. cité*, p. 112.

Séance du 4 Février 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce la mort de M. G. **Chatin**, Membre de l'Institut. Les études spéciales, auxquelles il s'était adonné, ne l'empêchaient pas de s'intéresser vivement aux travaux de la Société géologique, dont il était membre à vie depuis 1858.

Quatre nouveaux membres sont présentés.

M. **Toucas** donne quelques détails complémentaires de sa note du 5 décembre 1898, *Sur l'évolution des Hippurites*.

Il fait connaître que, pour le moment, il n'est pas possible d'admettre un type ancestral commun ayant servi d'origine à tous les groupes d'Hippurites. Quatre formes ont apparu simultanément dans le premier niveau à Hippurites (Angoumien moyen à *Biradiolites cornupastoris*) : *Hipp. resectus* Defrance, *Hipp. Requieni* Matheron, *Hipp. inferus* Douvillé et une forme nouvelle qui est la forme ancienne de *Hippurites petrocoriensis* Douvillé, différant de celle-ci par son arête cardinale tronquée. Ce sont les quatre types primitifs des grandes divisions établies par M. Douvillé, *Hipp. resectus* pour les Hippurites à pores polygonaux, *Hipp. Requieni* pour les Hippurites à pores linéaires, *Hipp. inferus* et *Hipp. petrocoriensis*, forme ancienne, pour les Hippurites à pores réticulés.

Chacune de ces trois grandes branches comprend plusieurs groupes, dont on peut suivre l'évolution depuis le type primitif jusqu'à son extinction.

1° HIPPURITES A PORES RÉTICULÉS.

Dans cette première branche on distingue deux groupes principaux, donnant naissance à un sous-groupe.

1er { Groupe de l'*Hipp. galloprovincialis* Matheron.
Sous-groupe de l'*Hipp. Moulinsi* d'Hombres Firmas.

2e { Groupe de l'*Hipp. giganteus* d'Hombres Firmas.
Sous-groupe de l'*Hipp. Oppeli* Douvillé.

La distinction entre ces deux groupes se fait sur le premier pilier, toujours court et non pédiculé dans le premier groupe, tandis

qu'il est plus allongé et constamment pédiculé ou fortement rétréci à la base dans le deuxième groupe.

Entre le groupe de l'*Hipp. galloprovincialis* et le sous-groupe de l'*Hipp. Moulinsi*, la distinction se porte sur l'arête cardinale, longue et lamelliforme dans le premier, encore saillante mais toujours triangulaire dans le sous-groupe.

Dans le deuxième groupe, la distinction s'opère particulièrement sur la valve supérieure qui, en s'épaississant dans le sous-groupe de l'*Hipp. Oppeli*, transforme les pores en pores subréticulés.

Le groupe de l'*Hipp. galloprovincialis* a pour origine l'*Hipp. petrocoriensis*, forme ancienne, à arête cardinale tronquée, qu'on rencontre dans le premier niveau à Hippurites de la Provence, des Corbières et des Charentes. Il comprend en outre dans l'ordre de l'évolution :

Hipp. petrocoriensis Douvillé, dans l'Angoumien supérieur.
— *marticensis* Douvillé, forme ancienne de l'*H. dentatus* avec arête cardinale tronquée. } dans le Coniacien et le Santonien inf.
— *galloprovincialis*. }
— *dentatus* Matheron, dans le Santonien moyen.
— *latus* Matheron, dans le Santonien supérieur et le Campanien.

Le sous-groupe de l'*Hipp. Moulinsi* débute dans l'Angoumien supérieur avec l'*Hipp. Rousseli* Douvillé, a arête cardinale tronquée, et se continue avec

Hipp. Moulinsi, à arête cardinale tronquée, dans le Coniacien.
— sp. nov., forme récente de l'*Hipp. Moulinsi* à arête cardinale arrondie, dans le Santonien.

Le groupe de l'*Hipp. giganteus* a pour origine l'*Hipp. inferus* de l'Angoumien moyen et comprend en outre :

Hipp. gosaviensis Douvillé. } dans l'Angoumien supérieur.
— sp. nov., forme ancienne de l'*Hipp. giganteus*, avec arête cardinale tronquée. }
— *giganteus*, dans le Coniacien.
— *Jeani* Douvillé, dans le Santonien inférieur.

Enfin le sous-groupe de l'*Hipp. Oppeli* commence avec l'*Hipp. Zurcheri* Douvillé, du Coniacien, remplacé dans le Santonien inférieur par une forme plus récente à arête cardinale arrondie, et comprend en outre les quatre formes suivantes de la Province orientale :

Hipp. Bœhmi Douvillé. } probablement dans le Campanien.
— *inæquicostatus* Munster. }
— *Oppeli* Douvillé. }
— *vesiculosus* Woodward. }

M. **Douvillé** rectifie une communication qu'il avait faite dans la séance du 17 décembre dernier, à propos d'un Foraminifère provenant d'Égypte et communiqué par notre confrère M. Fourtau. Le Secrétaire pour l'Etranger, M. Pervinquière, lui a signalé l'apparition toute récente d'une note de M. Blanckenhorn (*Z. D. G. G.*, vol. LII, p. 403) dans lequel il est question de ce fossile, précédemment décrit par M. Chapman, sous le nom de *Patellina ægyptiensis* (*Geol. mag.*, dec. IV, vol. 7, p. 3).

Ce nom de *Patellina* est employé par les auteurs anglais, depuis Carpenter, pour les fossiles que les géologues du Continent désignent sous le nom d'*Orbitolina*. Carpenter a rejeté cette dénomination, qui est plus ancienne, par la raison que « d'après l'usage suivi par un grand nombre de naturalistes, cette désinence indique une forme vivante devant être rapprochée des *Orbitolites* fossiles. » Or cet usage n'était certainement pas accepté par d'Orbigny, l'auteur du genre, puisqu'il l'a établi exclusivement pour des formes fossiles. En outre Carpenter a indiqué lui-même les différences qui distinguent ces formes fossiles des *Patellina* actuels, et notamment l'absence dans ces derniers, du fin réseau sous-épidermique qui est caractéristique pour les formes fossiles du terrain crétacé. En réalité les deux types *Patellina* actuel et *Orbitolina* crétacé, sont génériquement différents, et les deux noms ne doivent pas être confondus.

Le fossile d'Egypte n'appartient pas au genre *Orbitolina* comme nous l'avons cru tout d'abord avec MM. Chapman et Schlumberger ; mais il représente seulement une forme voisine et nous adoptons, à ce point de vue, la manière de voir de M. Blanckenhorn. Comme dans les Orbitolines, il existe sur la face conique un épiderme strié concentriquement et imperforé, et au-dessous un réseau fin sous-épidermique, puis une couche corticale formée de cellules rectangulaires disposées en quinconce. Mais la partie centrale est formée de couches régulières séparées les unes des autres par des lamelles convexes perforées ; cette disposition est beaucoup plus simple que celle que l'on observe dans les Orbitolines vraies. Il faut donc adopter le nom nouveau de *Dictyoconos* (ou mieux *Dictyoconus*) proposé par M. Blanckenhorn. Ce fossile est indiqué comme appartenant à l'Eocène, et il est extrêmement intéressant de retrouver à cette époque, relativement récente, un représentant des Foraminifères à réseau sous-épidermique qui, jusqu'à présent, n'étaient connus que dans le terrain crétacé.

ÉTUDES LITHOLOGIQUES DANS LES ALPES FRANÇAISES

I. — SUR LE RATTACHEMENT A UNE SOUCHE COMMUNE DES DIVERSES ROCHES INTRUSIVES DU TERRAIN HOUILLER DU BRIANÇONNAIS ;

II. — SUR LES TRACHYTES (ORTHOPHYRES) DU TERRAIN HOUILLER DES GRANDES-ROUSSES,

par M. **Pierre TERMIER.**

Entre la vallée de l'Arc au nord, et les vallées du Vénéon et de la Gyronde au sud, le terrain houiller, qui joue, comme chacun sait, un rôle fort important dans la constitution de nos Alpes, renferme beaucoup de roches éruptives. J'ai montré, dès 1892 [1], que, dans le massif des Grandes-Rousses, la bande anthracifère située sur le versant oriental de la chaîne présente, alternant avec les grès et les schistes, de nombreuses coulées de trachytes (orthophyres), des assises tufacées à débris trachytiques, et des bancs de conglomérats à galets de ces mêmes trachytes. D'autre part, on connaît, depuis Elie de Beaumont [2], l'existence, dans le terrain houiller du Briançonnais, d'amas intrusifs de roches dioritiques, au contact desquelles l'anthracite se change en graphite. Charles Lory [3] a décrit, après Elie de Beaumont, le gisement des « porphyres dioritiques » du col du Chardonnet, et a signalé des affleurements de roches analogues, sinon identiques, à Puy-Saint-André et à Prelles, au Sud de Briançon. De 1880 à 1884, deux ingénieurs du Corps des Mines, MM. Lachat et Küss, ont fait connaître le « porphyre euritique » des Gardéolles, près de Saint-Chaffrey [4]. Enfin, les explorations entreprises dans la région briançonnaise par M. Kilian, par M. Lugeon, et par moi, en vue de l'exécution de la carte géologique au 80.000e, ont amené la

1. P. Termier. Sur l'existence de la microgranulite et de l'orthophyre dans les Alpes françaises, *C. R. Ac. Sc.*, t. CXV, 1892; Sur les roches de la série porphyrique dans les Alpes françaises, *ibid.*, t. CXVI, 1893. — Id. Le Massif des Grandes-Rousses. *Bull. des Serv. de la Carte géolog.*, t. VI, 1894, n° 40.

2. E. de Beaumont. *Ann. des Sciences Naturelles*, 1re série, t. XV, 1828.

3. Ch. Lory. *Description géolog. du Dauphiné*, § 265. Paris-Grenoble, 1864.

4. *Bull. Soc. des Sc. natur. du Sud-Est*, 1884, p. 49-51 ; *Bull. Soc. d'Etudes des Hautes-Alpes*, t. IV, 1885, p. 456-459; et rapports inédits.

découverte de beaucoup d'autres amas intrusifs, et nous ont conduits peu à peu, M. Kilian et moi, à l'étude systématique des roches qui forment ces amas [1]. Dans le Briançonnais, comme dans les Grandes-Rousses, le terrain a été fouillé partout : et les travaux analytiques sur les roches éruptives du Carbonifère sont aujourd'hui assez avancés pour que l'on puisse dès à présent essayer une synthèse.

Je me propose, dans les pages qui vont suivre, d'étudier successivement les roches intrusives du Houiller briançonnais et les trachytes du Houiller des Grandes-Rousses. Je ne rappellerai, des descriptions antérieures, stratigraphiques et pétrographiques, que ce qui sera indispensable pour l'intelligence de ma thèse. Et ma préoccupation sera de saisir le lien génétique par lequel se rattachent les unes aux autres certaines de ces roches, ou de montrer, au contraire, entre de certaines autres, des dissemblances fondamentales et essentielles. Cette préoccupation, que j'apporte ici, est, à l'heure actuelle, celle des lithologistes du monde entier.

I. — Roches intrusives du Houiller briançonnais

J'ai déjà établi que les roches intrusives du terrain houiller du Briançonnais appartiennent à quatre types, en apparence fort différents, et qui s'écartent en effet les uns des autres, soit par leur structure, soit — ce qui est beaucoup plus important — par leur composition chimique. Ce sont :

Des DIORITES QUARTZIFÈRES (*quarzdiorit*), à biotite et amphibole ;

Des MICRODIORITES (*dioritporphyrit*), assez analogues aux variétés basiques de l'*estérellite* Michel Lévy (*porphyres dioritiques* d'E. de Beaumont et de Ch. Lory) ;

Des MICROSYÉNITES (*syenitporphyr*) ;

Des MICROGRANITES (*granitporphyr*), enfin, qui représentent le terme acide et alcalin de la série et qui sont les *porphyres euritiques* de MM. Lachat et Küss.

1. P. TERMIER. Sur l'élimination de la chaux, par métasomatose, dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. *B. S. G. F.*, (3), XXVI. — W. KILIAN et P. TERMIER. Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais *Ibid.*, XXVI. — P. TERMIER. Microgranites de la vallée de la Guisanne. *Ibid.*, XXVII. — W. KILIAN. Excursion XIIIe (Alpes du Dauphiné et de la Savoie), *Livret-Guide du Congrès géolog. international de Paris*, 1900. — P TERMIER. Excursion XIIIe (massif du Pelvoux et Briançonnais), *Ibidem*. — P. TERMIER, W. KILIAN et M. LUGEON. Feuille « Briançon » de la Carte géologique détaillée de la France au 80.000^e, Paris, 1901.

Diorites quartzifères. — J'ai découvert, il y a quelques années, de nombreux blocs de *diorites quartzifères à biotite et amphibole* dans le Glaciaire de la vallée de la Guisanne, au pied de la forêt de Prorel. Comme ces blocs sont presque partout mêlés à des blocs de gneiss et de granite qui proviennent du massif du Pelvoux, j'ai longtemps cherché dans ce massif même le gisement des diorites, jusqu'au jour où je rencontrai deux lambeaux d'une ancienne moraine, montrant des débris de diorite mêlés à des blocs de grès et de poudingues houillers, sans aucun mélange de débris gneissiques ou granitiques. Les lambeaux dont je parle sont situés à la sortie de Monêtier-les-Bains, sur la rive droite de la Guisanne, l'un sur le chemin des Grangettes, l'autre sur le chemin du col de l'Eychauda. Il était dès lors évident que les diorites proviennent des montagnes situées au nord de la Guisanne; et j'appelai, au mois d'août de 1899, l'attention de M. Kilian sur ces roches intéressantes, et sur la probabilité d'en rencontrer des affleurements parmi les très nombreux affleurements de roches intrusives. Mon savant confrère et ami ne tarda pas, en effet, à me signaler l'existence, dans les environs du col du Chardonnet, de plusieurs amas intrusifs de diorites quartzifères, les unes identiques à celles du Glaciaire de la vallée de la Guisanne, les autres peu différentes et établissant un passage entre les vraies diorites et les microdiorites.

Dans les échantillons qui m'ont été remis par M. Kilian, aussi bien que dans ceux dont j'ai fait la récolte au sein du Glaciaire, on observe deux variétés de diorite quartzifère, l'une plus micacée, l'autre plus amphibolique.

La variété riche en mica ressemble, de prime-abord, à un granite à grain fin. La structure est franchement granitoïde. La biotite est en voie de chloritisation, et la chlorite, très abondante, qui provient de cette attaque du mica, communique à tout l'ensemble de la roche une teinte verdâtre. La hornblende, de couleur verte, est plus ou moins abondante, mais moins abondante que le mica. Elle est assez bien conservée. Il y a du sphène. Les cristaux de feldspath, idiomorphes pour la plupart, souvent volumineux, sont toujours altérés, parfois même complètement kaolinisés : les moins altérés montrent encore des traces de mâcles répétées, et des îlots ou des liserés d'albite secondaire. Le feldspath originel était de l'andésine. Quant au quartz, il remplit les interstices des autres minéraux.

La variété riche en amphibole renferme le plus souvent un peu de biotite. Neuf fois sur dix, elle n'est granitoïde qu'en apparence. Avec l'aide du microscope, on constate que les vides laissés par

les grands cristaux de hornblende et d'andésine sont remplis, non pas par le quartz seul, mais par une mosaïque *granulitique* (au sens Michel-Lévy) de quartz et de plagioclase (oligoclase ou andésine). Il y a d'ailleurs tous les passages entre la variété micacée et la variété amphibolique, de même qu'entre celle-ci et les véritables microdiorites.

Voici deux analyses de diorites, qui montrent combien les deux variétés, micacée et amphibolique, sont, en réalité, voisines l'une de l'autre. Je transcris dans une troisième colonne la composition d'une *microdiorite à grands cristaux de hornblende* qui provient du Chardonnet (M. Kilian), et qui ne diffère des diorites que par une teneur en silice un peu moindre et une teneur un peu plus forte en fer et en magnésie : cette roche représente bien le *type habituel et moyen* des microdiorites de la région du Chardonnet.

	Diorite quartzifère du Chardonnet : variété micacée, à structure granitoïde	Diorite quartzifère du Chardonnet : variété amphibolique, à structure intermédiaire	Microdiorite du Chardonnet : type gris-noir à grands cristaux de hornblende
SiO^2	60,20	57,80	55,50
Al^2O^3	19,60	19,70	20,60
Fe^2O^3	2,15	2,40	4,06
FeO	3,33	4,14	3,45
MgO	2,91	3,00	3,60
CaO	5,61	6,15	6,45
K^2O	1,92	1,37	1,74
Na^2O	3,19	3,10	2,90
Perte par calcination	2,59	2,62	2,68
TOTAL	101,50	100,28	100,98

Dans ces trois roches, la métasomatose est, non seulement du même genre, mais encore de la même intensité. Les analyses ci-dessus sont donc vraiment comparables, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la restauration. On voit que la variété amphibolique, pauvre en mica, est, non seulement quant à la structure, mais aussi quant à la composition chimique, un intermédiaire entre les diorites micacées, franchement granitoïdes, et les vraies microdiorites, franchement porphyroïdes ; et l'on voit, en outre, que les différences entre les types extrêmes se réduisent, en

somme, à peu de chose. Il y a, dans les trois types, la même abondance de feldspath, et presque les mêmes teneurs en potasse et soude. C'est par une moindre teneur en fer, magnésie et chaux, que la diorite micacée s'écarte des microdiorites. Quant à l'abondance de la silice, il n'y a pas lieu d'y attacher une grande importance, car nous verrons que, dans les microdiorites elles-mêmes, la proportion de SiO^2 varie de 52 à 64 %.

La diorite[1] micacée du Chardonnet est donc une forme granitoïde du magma *hypo-abyssique* qui, dans la même région, s'est consolidé, le plus souvent, sous la forme microdioritique. L'identité des minéraux dans les microdiorites et dans la diorite, et l'existence (variétés amphiboliques de diorites) d'un passage continu, quant à la composition, et quant à la structure, entre ces deux types de roches, ne laissent aucun doute sur leur étroite parenté. La diorite micacée ne diffère de la moyenne des microdiorites du Chardonnet que par une moindre teneur en chaux, magnésie et fer. Elle renferme tout autant de feldspath, et, sensiblement, le même feldspath ; mais elle renferme moins d'amphibole et, en revanche, un peu plus de quartz et de mica noir.

Cette forme granitoïde est d'ailleurs exceptionnelle, malgré l'épaisseur considérable (cent mètres et plus) qu'atteignent parfois les amas intrusifs. Sauf des cas très rares, il n'y a de structure parfaitement granitoïde que dans les roches micacées, et, d'autre part, les roches intrusives ayant la composition chimique de la diorite micacée n'ont presque jamais la structure microdioritique. Quant aux variétés intermédiaires, sortes de diorites à amphibole microdioritoïdes, ou de microdiorites quasi-granitoïdes, elles sont très répandues dans la région du Chardonnet, et leur abondance ne semble guère moins grande que celle des microdiorites nettement porphyroïdes.

Microdiorites. — C'est aux *microdiorites* qu'appartiennent la plupart des roches intrusives du Houiller briançonnais. Elles abondent sur les deux versants des montagnes du Chardonnet, du Raisin, du Vallon, lesquelles dominent Monêtier-les-Bains et les Guibertes. MM. Lachat et Küss en ont signalé d'autres affleurements près de Névache, au dessus du chalet de Queyrellin ; et M. Kilian les a retrouvées dans la haute vallée de la Clarée, près des chalets de Laval et de Jadis. Ce sont encore des microdiorites qui

1. Je continue d'appeler cette roche *diorite*, en raison de son aspect extérieur, de sa composition minéralogique, et de sa structure. En réalité, ce n'est pas une roche abyssique, et, par conséquent, ce n'est pas une vraie diorite.

affleurent dans le haut du vallon de Fréjus, à la mine de graphite qui s'ouvre au sud-est de la Cucumelle. Les mêmes roches reparaissent au débouché du vallon de Corvaria, vis-à-vis de Monêtier; à Réotier, près de Guillestre, dans un anticlinal aigu qui amène au jour une mince bande de terrain houiller; et encore dans les environs de Prelles, sur les deux rives de la Durance.

Aux affleurements, ces microdiorites sont souvent fort altérées. Les surfaces exposées à l'air ont une couleur grise, ou vert foncé, plus rarement une teinte brune. La cassure est vert clair, ou gris verdâtre, on enfin gris sombre. Les microdiorites laminées prennent l'aspect de chloritoschistes, de schistes talqueux, de schistes serpentineux de couleur foncée. Quand il y a eu, à la fois, laminage énergique et métasomatose profonde, on a des schistes bariolés, verts, noirs ou lie-de-vin.

Dans la région du Chardonnet, on trouve en abondance des microdiorites relativement bien conservées, et permettant une étude pétrographique complète. On distingue alors deux types : le type A, formé d'une pâte aphanitique de couleur noire ou vert-foncé, où nagent de grand cristaux de hornblende, lesquels ont parfois plus d'un centimètre de longueur; le type B, caractérisé par une couleur plus claire, généralement vert grisâtre, par le développement moindre des cristaux de hornblende, et par l'abondance des cristaux de feldspath, blancs ou vert clair, visibles à l'œil nu. Le type A fait immédiatement songer à une porphyrite à hornblende; le type B, à certaines microdiorites (Quenast), ou encore à certains diabases à grain fin. J'ai montré que ces deux types ne sont pas *essentiellement* différents; qu'ils se mélangent dans les mêmes affleurements; qu'ils renferment les mêmes minéraux, présentant les mêmes formes et ayant suivi le même ordre de cristallisation; et enfin qu'ils ont, à de très petites différences près, la même composition chimique. Ce sont de simples variétés de structure.

La hornblende se transforme quelquefois en chlorite. Les grands cristaux de feldspath sont presque entièrement kaolinisés. Dans la pâte, chargée de chlorite, se développent des éponges secondaires de quartz. Cette pâte n'est jamais fluidale. Lorsqu'elle est relativement peu altérée, on voit qu'elle est *granulitique*, et qu'elle ressemble à celle de la microdiorite de Quenast [1] (Belgique), ou encore à celle de l'estérellite (porphyre bleu de l'Estérel) [2].

1. DE LA VALLÉE-POUSSIN et RENARD. *Acad. Roy. de Belg.* XLVIII, 1879, n° 8, et mémoires couronnés, *id.*, XL.

2. MICHEL-LÉVY. Mémoire sur le porphyre bleu de l'Estérel. *Bull. des Serv. de la Carte géolog.*, n° 57, t. IX, 1897-98.

La métasomatose a toujours commencé par l'ablation d'une partie de la chaux et la fixation d'eau et d'acide carbonique.

J'insère ici quelques analyses de microdiorites du Chardonnet, le tableau de la composition de la roche *moyenne* du Chardonnet après restauration [1], enfin les compositions de l'estérellite basique des Cours et du porphyre de Quenast.

	Microdiorite Chardonnet Type A	Microdiorite Chardonnet Type A	Microdiorite Chardonnet Type B	Microdiorite Chardonnet (moyenne) restaurée	Estérellite basique	Porphyre de Quenast
SiO^2	52,55	55,50	56,83	54,45	57,63	56,21
Al^2O^3	20,09	20,60	20,78	20,55	18,43	17,16
Fe^2O^3	4,84	4,06	3,55	Feo = 7,85	Feo = 4,13	Feo = 10,26
FeO	4,36	3,45	2,82			
MgO	3,82	3,60	3,07	3,00	2,38	2,08
CaO	5,52	6,45	5,41	7,54	7,18	7,12
K^2O	1,70	1,74	1,40	1,85	1,30	1,48
Na^2O	3,26	2,90	3,28	4,14	3,92	4,02
H^2O et CO^2	3,49	2,68	2,64	»	5,20	2,79
TOTAL	99,63	100,98	99,78	99,38	100,17	101,12

Les microdiorites de la vallée de la Clarée présentent les mêmes types de composition et de structure. Elles sont, en général, beaucoup moins bien conservées que les roches du Chardonnet.

Au débouché du vallon des Combes, sur la rive droite de la Durance, entre Sachas et le point 1183 de la carte d'État-Major, non loin de Prelles, affleurent trois amas intrusifs d'une roche verdâtre, fort semblable, par ses caractères extérieurs, à la microsyénite de Puy-Saint-André que je décrirai dans un instant. Le grain est beaucoup plus fin que dans les microdiorites du Chardonnet et de Névache ; la cassure est esquilleuse et rappelle celle des phonolites.

Deux autres amas ont été signalés par M. Lugeon à un kilomètre environ au sud-est des précédents, sur la rive gauche de la Durance, et sont constitués par des roches analogues.

Il y a d'ailleurs, dans ces roches des environs de Prelles, deux

1. P. TERMIER. Sur l'élimination de la chaux par métasomatose dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux, *B. S. G. F.*, (3), XXVI, p. 184.

types fort différents. L'amas le plus éloigné de la Durance (un peu à l'amont du village de Sachas) est fait d'une microdiorite relativement riche en quartz; la microdiorite des quatre autres amas est beaucoup moins acide. Voici les compositions chimiques de ces deux types de roches, dans leur état actuel, et leurs compositions probables, après restauration.

	Microdiorite acide de Sachas		Microdiorite basique de Sachas	
	Actuelle	Restaurée	Actuelle	Restaurée
SiO^2	64,80	62	55,10	55
Al^2O^3	18,80	18,5	22,63	21,5
Fe^2O^3	6,71	»	6,57	»
FeO	»	6	»	6,5
MgO	2,05	2	3,17	3,5
CaO	1,23	4,5	2,69	6,5
K^2O	0,64	2	1,24	2
Na^2O	4,85	5	4,82	5
Perte par calcination	2,64	»	3,74	»
Total	101,72	100,00	99,96	100,00

Il n'est pas douteux que ces roches n'aient perdu, par métasomatose, une forte quantité de chaux et de potasse, la chaux ayant été enlevée au feldspath, et la potasse au mica noir; mais, par contre, les teneurs en oxydes de fer, magnésie, alumine et soude, n'ont probablement varié que très peu pendant l'évolution métasomatique.

Le deuxième type (type relativement basique, et, à l'origine, riche en hornblende) diffère donc des microdiorites *moyennes* du Chardonnet par une richesse en alcalis un peu plus grande, une prédominance plus marquée de la soude sur la potasse, une moindre teneur en chaux (hornblende très ferreuse et peu calcique): il leur ressemble, au contraire, par les teneurs en silice, alumine, oxyde de fer et magnésie. Quant au premier type, il renferme beaucoup plus de quartz et un peu moins d'amphibole. Sauf cela, il n'y a pas de différence essentielle entre ce premier type et le second.

Je rappelle ici les analyses, publiées par M. Michel-Lévy, de la variété acide et du type moyen de l'estérellite [1].

1. Michel-Lévy. *Loc. cit.*, p. 235 (p. 19 du tirage à part).

	Estérellite acide (Orphelinat de Boulerie)	Estérellite moyenne (Grande carrière du Dramont)
	—	—
SiO^2	63,47	61,38
Al^2O^3	18,76	18,84
Fe^2O^3	3,74	4,68
MgO	1,12	2,04
CaO	7,10	6,59
K^2O	1,09	1,49
Na^2O	3,93	4,27
P^2O^5	0,40	0,27
Perte par calcination	1,47	1,61
Total	101,08	101,37

Ces deux variétés d'estérellite, qui diffèrent très peu l'une de l'autre, s'écartent de la microdiorite acide de Sachas par une teneur beaucoup plus grande (peut-être double à l'origine) en chaux, une teneur un peu plus faible en soude, et une proportion de fer notablement moindre. Le feldspath *moyen* est plus basique dans l'estérellite que dans la roche de Sachas ; et la hornblende de l'estérellite est riche en chaux et pauvre en fer, tandis que la hornblende des roches briançonnaises est riche en fer et pauvre en chaux. Malgré ces différences, qui sont loin d'être sans importance, la série des estérellites ressemble d'une façon frappante à la série des microdiorites briançonnaises : mais l'écart est beaucoup plus grand entre les microdiorites les plus basiques (Chardonnet) et les plus acides (Sachas), qu'entre l'estérellite acide de Boulerie et l'estérellite basique des Cours.

M. Lugeon m'a signalé, en 1898, l'existence d'un affleurement de roche microdioritique près des chalets de Loriol, sur le versant occidental du massif de Pierre-Eyrautz, et m'a confié des échantillons détachés de cet affleurement.

La roche des chalets de Loriol ressemble, extérieurement, aux microdiorites porphyroïdes du Chardonnet (type A). De grands cristaux de hornblende, d'un vert foncé, nagent dans une pâte compacte, translucide, d'un vert clair. Au microscope, on s'aperçoit que la structure est fluidale, et non plus granulitique ; fluidale à la façon de la structure des andésites ou des dacites. Cependant la roche est encore nettement hypo-abyssique, car la hornblende du premier temps de consolidation ne présente aucun phénomène de résorption ou de corrosion, et de plus, dans le deuxième temps de consolidation, le seul minéral magnésien qui se soit formé est encore la hornblende. Il n'y a pas un seul microlite d'augite. La composition chimique est d'ailleurs celle des microdiorites basiques

du Chardonnet (52 à 54 °/₀ SiO^2). La roche de Loriol est donc encore une microdiorite, et il n'y a aucun doute sur la nature intrusive de de son gisement. Ce fait de l'existence de *microdiorites à structure fluidale* méritait d'être signalé. On sait que l'estérellite n'est jamais fluidale, non plus que la microdiorite des Monts Henry, et que, d'une façon générale, la fluidalité est considérée comme un caractère des roches d'épanchement.

Sauf la transformation, déjà constatée par Elie de Beaumont, de l'anthracite en graphite, l'intrusion microdioritique n'a été accompagnée *d'aucun phénomène de contact.* Nulle part, dans les gisements briançonnais étudiés jusqu'à ce jour, les schistes et les grès houillers qui touchent à la roche intrusive ne semblent modifiés par elle : et nulle part, non plus, la roche n'est autre près du contact que dans l'intérieur de l'amas. Il n'y a eu ni métamorphisme exomorphe, ni métamorphisme endomorphe, ni différenciation dans les amas eux-mêmes.

Microsyénites. — C'est en 1899 que j'ai, pour la première fois, parlé des microsyénites de Puy-Saint-André [1]. Ces roches étaient connues de Ch. Lory, qui les considérait comme des variétés du *porphyre dioritique.*

Elles forment, sous le village de Puy-Saint-André, à une heure de marche de Briançon, trois amas superposés, interstratifiés tous trois dans les assises houillères. La nouvelle route qui monte au village est, sur plusieurs centaines de mètres de longueur, creusée dans l'amas supérieur. Pour bien observer l'amas inférieur, c'est l'ancienne route qu'il faut prendre. Quant à l'amas intermédiaire, qui n'a guère plus de dix mètres de puissance, il affleure, en contre-bas de la nouvelle route, sur le versant de droite du grand ravin du Rif-Claret. Les épaisseurs de l'amas supérieur et de l'amas inférieur, comptées normalement aux strates houillères encaissantes, atteignent respectivement 60 et 100 mètres.

Les trois amas sont parfaitement homogènes. Dans aucun d'eux, on n'observe la moindre trace d'une différenciation au voisinage du contact. La structure de la roche et sa composition chimique ne varient point. Les schistes et les grès encaissants n'ont subi aucune modification.

Ces microsyénites sont des roches d'un gris sale ou d'un vert clair, ayant à l'œil nu l'aspect général des trachytes *(orthophyres)* des Grandes-Rousses. La cassure est esquilleuse, avec esquilles

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 408.

translucides d'un gris très clair ou d'un vert très pâle : dans cette cassure, la roche apparaît compacte, *semblable à un phonolite*, et ne laisse voir à l'œil nu que de petites lamelles de feldspath (très nombreuses) et de rares grains d'un vert sombre qui sont de la chlorite. La poussière de la roche est d'un blanc sale.

Au microscope, on voit nettement deux temps de consolidation. Les grands cristaux sont, la plupart, de feldspath, et les autres de chlorite, ce dernier minéral épigénisant d'une façon à peu près complète d'anciens individus de mica noir. Les cristaux feldspathiques renferment de nombreuses inclusions de chlorite et des grains de kaolin, et sont formés, pour le surplus, d'oligoclase à 18 ou 20 An. L'apatite, en prismes limpides, est assez abondante. La pâte est, le plus souvent, un feutrage de microlites dont les interstices sont garnis de chlorite et de quartz. Quelquefois, le quartz et le feldspath sont, dans la pâte, en quantités comparables : la structure devient alors microgranitique. Plus rarement, les microlites feldspathiques deviennent idiomorphes : ils donnent des sections rectangulaires allongées, qui s'orientent vaguement dans la roche et manifestent ainsi comme une tendance vers la structure fluidale. Ces microlites, en tout cas, paraissent appartenir à l'orthose.

J'ai dit que les cristaux de chlorite sont des épigénies de biotite. Dans certains cas, la forme du mica noir est très reconnaissable; d'autres sections montrent des témoins, des sortes d'îlots, de la biotite originelle. Dans beaucoup d'individus, on voit nager, au milieu de la chlorite, des grains d'ilménite ou de sphène, ou encore des prismes de rutile.

Voici quelques analyses de ces roches de Puy-Saint-André.

	I	II	III
SiO^2	63,69	63,45	63,30
Al^2O^3	21,10	20,43	20,68
Fe^2O^3	3,89	4,20	3,92
MgO	1,89	0,88	0,74
CaO	1,43	2,69	2,37
K^2O	2,33	2,21	2,18
Na^2O	5,07	4,98	4,91
Perte au feu	2,76	2,19	2,45
TOTAL	102,16	101,03	100,55

Les trois échantillons analysés ont été pris en trois points distants les uns des autres de plusieurs centaines de mètres, et même l'échantillon I ne provient pas du même amas intrusif que les deux autres. La roche de Puy-Saint-André a donc une composition chimique remarquablement constante. Sa composition minéralogique actuelle est, en moyenne et approximativement : 13 °/₀ orthose, 42 albite, 12 anorthite, 8 chlorite et ilménite, 12 kaolin et 13 quartz.

On peut conclure de là que la roche originelle contenait, en nombres ronds, 80 °/₀ de feldspath, 10 °/₀ de biotite (avec un peu de magnétite), et 10 °/₀ de quartz. Il n'y a d'incertitude que sur les proportions originelles des trois feldspaths, orthose, albite et anorthite. Mais si l'on tient compte de ce fait que, *dans toutes les roches de la région*, l'anorthite est moins stable que l'albite, et celle-ci moins que l'orthose, on arrive à restreindre beaucoup le champ des hypothèses. *En moyenne*, la roche originelle de Puy-Saint-André devait s'écarter très peu du mélange minéralogique suivant : 14 °/₀ orthose, 45 albite, 18 anorthite, 11 biotite, 2 magnétite, 10 quartz ; lequel mélange correspond à la composition chimique suivante :

SiO^2	62,52
Al^2O^3	20,20
Fe^2O^3	2,85
MgO	1,88
CaO	3,82
K^2O	3,36
Na^2O	5,31
TOTAL	99,94

Cette composition s'écarte de tous les types classiques. Aucune roche granitoïde connue ne contient pareilles proportions de silice, d'alumine, de chaux, de potasse et de soude. Le tableau ci-dessus fait songer à la fois à un granite (mais il y a trop d'alumine), à une syénite à feldspathoïdes (mais il y a trop de chaux), à une monzonite [1] (mais il y a trop de soude, et pas assez de magnésie), à une diorite à quartz et mica (mais il y a trop d'alumine et trop d'alcalis).

C'est qu'en effet la roche de Puy-Saint-André représente, non pas la forme hypo-abyssique d'une syénite, d'un granite, d'une monzonite ou d'une diorite, mais la forme hypo-abyssique de l'un de ces magmas *préalablement différencié*.

Les ressemblances sont grandes entre la microsyénite de Puy-

1. Au sens de Brögger.

Saint-André et la microdiorite *moyenne* du Chardonnet. C'est la même richesse en feldspath, et la même structure; et les conditions de gisement sont identiques; et enfin, les microdiorites de Sachas forment entre ces roches un intermédiaire naturel, ou plutôt (puisqu'il y a deux types à Sachas) deux intermédiaires. En remplaçant peu à peu la hornblende par le mica noir, les grands cristaux d'andésine (ou de labrador) par des cristaux d'oligoclase, et les microlites d'andésine par des microlites d'orthose (ou d'anorthose), on passerait insensiblement du type Chardonnet à 52 °/₀ SiO^2 au type microsyénitique de Puy-Saint-André.

Microgranites. — J'ai décrit ici-même [1], en 1899, le microgranite des Gardéolles, qui forme, dans le terrain houiller, près du Villard-de-Saint-Chaffrey, sur la route du fort de l'Olive, trois amas intrusifs [2]. Cette roche est le *porphyre euritique* de MM. Lachat et Küss. On n'observe aucun phénomène de contact.

Je me contente de rappeler que la roche des Gardéolles est très blanche; qu'elle montre à l'œil nu, dans une pâte aphanitique, des grains de quartz et des individus de feldspath : que ce feldspath est, partie de l'orthose, partie de l'oligoclase-albite; que la pâte est granulitique et formée de quartz, orthose et albite; qu'enfin la roche moyenne tenait à l'origine, suivant toute vraisemblance : 22 °/₀ quartz, 40 albite, 23 orthose, 10 anorthite et 5 biotite. Et je transcris, en regard l'une de l'autre, la composition *moyenne* actuelle, et la composition originelle probable [3].

	Roche moyenne Actuelle	Roche moyenne Restaurée
	—	—
SiO^2	71,90	70,55
Al^2O^3 / Fe^2O^3 (4)	18,10	17,34
MgO	0,36	0,85
CaO	1,53	2,10
K^2O	2,38	4,29
Na^2O	3,37	4,72
Perte par calcination	2,25	Néant
Total	99,89	99,85

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 406.
2. L'un de ces amas a plus de cent mètres d'épaisseur. La roche n'y est pas différente au centre et sur les bords, et elle ne diffère pas non plus de la roche des deux autres amas, beaucoup moins épais.
3. Une erreur importante s'était glissée dans mon premier essai de restauration (*loco citato*, p. 407). Je corrige ici cette erreur qui avait trait aux proportions relatives d'albite et d'orthose.
4. Il n'y a que de faibles traces d'oxyde de fer.

J'ai dit aussi qu'un microgranite, à peu près identique à celui des Gardéolles, a été découvert par M. Primat au Serre-Barbin, près de La Salle. Ce nouveau gisement, que j'ai visité en compagnie de M. Kilian, se compose de plusieurs amas intrusifs, de faible épaisseur [1], affleurant au milieu des assises houillères horizontales.

Résumé et Conclusions. — Les roches intrusives du terrain houiller briançonnais offrent de telles analogies de composition et de structure que l'on ne peut douter qu'elles ne forment une série continue, comparable aux plus belles *suites* lithologiques étudiées jusqu'à ce jour.

Les principaux termes, actuellement connus, de cette série, avaient originellement, je veux dire avant toute métasomatose, les compositions approximatives suivantes : [2]

	SiO^2	Al^2O^3	FeO	MgO	CaO	K^2O	Na^2O
Microdiorites les plus basiques	52	21	9	4	8,5	1	4,5
Microd. moyennes I. .	54,5	20,5	8	3,5	7,5	1,5	4,5
Microd. moyennes II. .	56	20,5	6,5	3,5	6,5	2	5
Diorite quartzifère micacée.	60	19	6	3	6	2	4
Microdiorites acides. .	62	18,5	6	2	4,5	2	5
Microsyénite	62,5	20	3	2	4	3,5	5
Microgranite	70,5	16,5	1	1	2	4	5

On voit qu'en classant ces roches par ordre de teneur croissante en silice, on les classe du même coup par ordre de teneurs décroissantes en oxydes de fer, en magnésie et en chaux, et par ordre de richesse croissante en potasse. L'alumine ne varie presque pas, sauf dans les variétés où le quartz abonde ; et partout il y a beaucoup d'alumine, parce qu'il y a beaucoup de feldspath. Enfin, chose tout-à-fait remarquable, la richesse en soude — c'est-à-dire la proportion centésimale d'albite — est sensiblement constante.

Si l'on ne regarde que les colonnes de la silice et de l'oxyde de

1. On peut compter au moins quatre amas superposés.

2. Dans ce tableau, la somme des nombres de chaque ligne horizontale est égale à 100. Les microdiorites moyennes I sont celles de la région du Chardonnet ; les microdiorites II sont celles des environs de Sachas et de Prelles.

fer, on voit s'élargir un hiatus entre les microgranites et les microsyénites; mais ce hiatus n'apparaît pas dans les autres colonnes. De même, par les teneurs en FeO et en K^2O, la différence semble grande entre les microdiorites acides et les microsyénites; mais, pour tous les autres éléments, le passage est insensible. L'ensemble du tableau donne au plus haut degré l'impression de la continuité.

Quelle était la nature du magma profond d'où dérivèrent, par voie de différenciation, ces roches sœurs?

A cette question, il n'est pas possible de répondre d'une façon précise. La roche de profondeur, la roche *abyssique* qui correspond à ce magma, n'affleure nulle part dans la région. Tous les affleurements connus sont *hypo-abyssiques*, et formés de roches qui ont épuisé leur faculté de différenciation, en même temps qu'elles ont perdu tout pouvoir d'agir sur les sédiments encaissants.

La seule manière d'approcher de la vérité c'est d'admettre que le magma profond contenait des quantités des divers magmas hypo-abyssiques proportionnelles à l'importance des affleurements de chaque type. Cette proportionnalité n'est nullement certaine, mais elle est, tout au moins, vraisemblable. On obtient ainsi une évaluation grossière de la composition du magma abyssique, en affectant de coefficients appropriés les sept types du tableau ci-dessus.

Dans une première approximation, je propose d'attribuer à ces types les coefficients suivants :

Le coefficient 4 aux microdiorites les plus basiques;
» 8 » moyennes I;
» 2 » » II;
» 1 à la diorite quarzifère micacée;
» 1 aux microdiorites acides;
» 2 aux microsyénites;
» 2 aux microgranites;
la somme des coefficients étant égale à vingt [1].

Le magma abyssique, souche commune des roches intrusives du Houiller briançonnais, aurait eu, d'après ce calcul, la composition suivante (en négligeant, bien entendu, comme dans tout ce qui précède les éléments accessoires, TiO^2, MnO, P^2O^5, qui ne se trouvent qu'à l'état de traces dans les roches briançonnaises) :

1. J'ai évalué ces coefficients en tenant compte, pour la région que je n'ai pas moi-même parcourue, des levés géologiques exécutés par MM. Kilian et Lugeon, et des renseignements que ces excellents confrères ont bien voulu me donner à diverses reprises en me communiquant leurs échantillons.

SiO^2	57,2
Al^2O^3	19,975
FeO	6,65
MgO	3,10
CaO	6,475
K^2O	1,95
Na^2O	4,65
TOTAL	100,000

Cette composition diffère peu de celle de la diorite quartzifère micacée du Chardonnet, et elle est presque identique à celle de la microdiorite moyenne de Sachas et de Prelles. Elle correspond approximativement au mélange de :

Albite	40
Orthose	10
Anorthite	20
Biotite	5
Hornblende	20
Quartz	4
Fer oxydulé	1
TOTAL	100

dont la composition serait :

SiO^2	57,05
Al^2O^3	19,98
FeO	5,95
MgO	3,45
CaO	5,93
K^2O	2,09
Na^2O	4,72
TOTAL	99,17

Il est donc assez vraisemblable que le magma abyssique d'où dérivèrent, par voie de différenciation, les roches intrusives du Houiller briançonnais, soit un magma *monzonitique* (au sens de M. Brögger). Si l'érosion mettait un jour à découvert la roche profonde qui est résultée de la consolidation de ce magma non différencié, on verrait une *monzonite* (Brögger), c'est-à-dire une roche d'acidité moyenne, très riche en alumine, tenant peu de magnésie, et dans laquelle la somme des teneurs en alcalis serait à peu près égale à la teneur en chaux.

Cette monzonite briançonnaise différerait toutefois de la monzonite classique du Tyrol [1] par la prédominance très marquée de

1. Dr W. C. BRÖGGER. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes, II, *die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Sudtyrol*, Kristiania, 1895.

la soude sur la potasse. Ce serait une monzonite sodique, ou à affinités akéritiques [1]; au lieu que dans la monzonite moyenne de Predazzo, la potasse et la soude sont en quantités presque égales.

Mais cette différence n'est pas bien grande, et ce serait la seule différence. La monzonite dont j'entrevois l'existence sous nos Alpes briançonnaises pourrait, tout aussi bien que la monzonite classique, se rattacher *pétrogénétiquement* au *Stammmagma* [2] des roches tyroliennes.

Je rappelle en terminant que nous ne possédons aucune donnée sur l'âge des roches intrusives du Houiller briançonnais. Nulle part on ne les a trouvées à l'état de galets, ni dans les bancs de la formation houillère, ni dans les conglomérats permiens, ni dans les grès triasiques, ni dans les brèches du Lias. Il n'est pas invraisemblable que leur « mise en place » se soit opérée pendant l'ère triasique.

II. — Trachytes (Orthophyres) des Grandes-Rousses.

Sur les *trachytes* [3], ou comme je les ai appelés jusqu'ici, les *orthophyres* des Grandes-Rousses, je n'ai à ajouter que bien peu de renseignements lithologiques et géologiques à mes précédents mémoires [4]. Ces trachytes sont des roches d'un vert clair (Château-Noir, glacier de la Selle, Saint-Christophe-en-Oisans), d'un gris clair (Le Freney-d'Oisans), ou d'un vert bleuâtre (col de la Croix-de-Fer). L'aspect de la cassure fraîche fait invinciblement songer aux phonolites. C'est la même compacité de la pâte, le même éclat cireux, la même cassure esquilleuse, la même translucidité. Il va sans dire que cet aspect phonolitique disparaît dans les variétés laminées qui sont, comme bien on pense, très fréquentes. Ces trachytes laminés ressemblent à des schistes à chlorite ou à séricite.

1. Je fais ici allusion à l'*akérite* de M. Brögger.

2. Brögger. *Loc. cit.*, p. 158. Il existe une différence du même ordre entre le *Stammmagma* tyrolien et la *tonalite* qui en est la plus importante dérivation.

3. Avec la plupart des lithologistes, je propose d'appeler *trachytes* toutes les roches d'épanchement qui ont la composition chimique des syénites, quels que soient d'ailleurs l'âge et l'état de conservation de ces roches d'épanchement. Les noms d'*orthophyres* et d'*albitophyres*, par lesquels on a longtemps désigné les vieux trachytes, me paraissent devoir tomber, peu à peu, en désuétude.

4. P. Termier. Le Massif des Grandes-Rousses, *Bull. des Services de la Carte géolog.*, n° 40, t. VI, p. 214, (p. 46 du tirage à part).

L'analogie avec les phonolites n'est plus aussi frappante quand on étudie la roche au microscope. Et d'abord, je n'ai, jusqu'ici, trouvé, dans les trachytes des Grandes-Rousses, aucune trace de la présence, actuelle ou originelle, des feldspathides : mais cet argument, purement négatif, ne suffirait pas, étant donné l'instabilité des feldspathides en général et de l'haüyne en particulier, et, d'autre part, la métasomatose profonde qu'ont subie la plupart des affleurements. En second lieu, les trachytes des Grandes-Rousses ne renferment pas de pyroxène, tandis que les pyroxènes verts, plus ou moins sodiques, plus ou moins voisins de l'ægirine, sont un élément, sinon nécessaire, au moins presque constant des phonolites. En troisième lieu, les microlites feldspathiques, même quand ils sont très aplatis parallèlement à g^1 (010), ne sont pas disposés parallèlement à la surface de plus grand refroidissement. Pour ces diverses raisons, je crois que les trachytes des Grandes-Rousses sont de *véritables trachytes*, et non pas des phonolites.

Je rappelle que ces roches sont très feldspathiques ; qu'elles ne renferment, en fait de minéraux magnésiens, que le mica noir ; que le quartz de première consolidation y est rare ; que la pâte renferme parfois du quartz, mais toujours en très petite quantité ; que les feldspaths dominants sont orthose et anorthose ; que ces deux espèces forment la plus grande partie de la pâte microlitique ; que l'oligoclase est fréquent parmi les cristaux du premier stade. Je rappelle encore que les minéraux accessoires sont surtout le zircon [1] et l'apatite. Le fer oxydulé, le fer titané, le sphène, généralement peu répandus, prennent une certaine importance dans quelques échantillons.

La pâte est presque toujours microlitique, avec ou sans fluidalité ; elle est quelquefois granulitique (au sens de M. Michel-Lévy), surtout dans les variétés acides de la région Nord (col de la Croix-de-Fer).

Les trachytes des Grandes-Rousses forment d'épaisses coulées, alternant avec les assises houillères. Dans les assises sédimentaires qui surmontent ou séparent les coulées, il y a fréquemment des bancs épais de *conglomérats trachytiques*, où des galets de toute nature et de toute dimension sont mêlés à des cailloux roulés de la roche éruptive, et noyés dans un ciment gréseux rempli de

1. L'abondance du zircon est curieuse. On retrouve cette même extraordinaire diffusion du zircon dans les *trachytes* et les *dacites* du Carbonifère inférieur de la Loire et de la Saône-et-Loire (*porphyres noirs* de Grüner), qui se rapprochent d'ailleurs des trachytes dauphinois par beaucoup d'autres caractères.

débris feldspathiques. Ces conglomérats sont analogues aux *grès porphyriques* de la Loire. Dans certains bancs, les matériaux trachytiques, plus ou moins roulés, sont tout-à-fait prépondérants; et l'on a aussi de véritables *tufs*. Certaines coulées (Château-Noir, Freney) renferment en abondance des débris d'une roche de même composition chimique, mais de structure un peu différente (tendant vers la structure ophitique). Il y a enfin des coulées scoriacées.

Cette venue trachytique, qui a duré pendant une partie de l'époque stéphanienne, a été fort importante dans toute la région des Grandes-Rousses. Au Château-Noir, sur l'Alpe de Sarenne, l'épaisseur de la formation trachytique atteint cinq cents mètres. Au col de la Croix-de-Fer, les coulées et les couches de tufs, empilées les unes sur les autres, ont une puissance totale de plus de mille mètres; et comme elles sont relevées en anticlinal, le chemin muletier les traverse sur plus de deux kilomètres de longueur.

Dans ces dernières années, j'ai découvert, dans les granites et les gneiss du massif du Pelvoux, au sud-est des Grandes-Rousses, quelques cheminées verticales, remplies par ces mêmes trachytes. La plus importante de ces cheminées — elle n'a pas moins de 500 mètres de largeur — affleure, près du col de la Gandolière, dans la muraille abrupte qui domine le glacier de la Selle [1]. Une autre est visible sur le chemin de la Bérarde, dans le grand ravin qui déchire la montagne à un kilomètre environ de Saint-Christophe-en-Oisans. Un filon plus petit est coupé par la route de Vénosc à Saint-Christophe, non loin des Fontaines-Bénites. Ces trachytes filoniens ont presque la même composition, et à peu près la même structure, que le trachyte du Freney, lequel est nettement interstratifié dans la formation houillère.

Je viens à la composition chimique des trachytes des Grandes-Rousses. C'est le seul point sur lequel je veuille, aujourd'hui, insister [2].

Voici quelques analyses, pour la plupart nouvelles, de ces roches :

1. L'écroulement de cette muraille donne naissance, sur le glacier, à une moraine spéciale dont la couleur verte contraste vivement avec la teinte blanche des moraines granitiques.

2. Dans les analyses d'orthophyres que j'ai publiées en 1894, dans mon mémoire sur le *Massif des Grandes-Rousses*, quelques nombres relatifs à Al^2O^3 et Fe^2O^3 sont fautifs, la séparation de ces deux oxydes étant restée imparfaite.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
SiO^2 .	66,10	66,04	67,50	66,30	65,50	63,80	61,07	62,06	59,50	61,50	62,30	62,30	63 40
Al^2O^3	17,20	17,30	16,50	16,30	17,60	18,50	19,25	18,75	19,85	17,80	17,70	17,10	17,90
Fe^2O^3	3,41	4,40	5,00	4,40	4,35	4,11	5,65	3,85	5,05	6,95	4.70	5,20	8,40
MgO .	2,50	2,20	2,30	2,60	2,80	2,25	1,90	1,40	2,70	3,65	3.10	3,40	1,40
CaO .	1,48	1.60	1,10	0,90	0,48	2.58	1,99	1,05	2.20	1,96	2,10	1,30	1.02
K^2O .	4,95	4,70	3,38	4,60	4,55	4,25	5,50	6,00	4.32	2.80	4,21	3,50	4,20
Na^2O	3,13	3,40	3,36	2,80	3,59	2,74	2,80	5,19	3.96	2.95	3,77	4,40	3,96
Perte par calcination	2,37	1,10	1,60	1,20	1,87	2,87	1,60	1,41	1,55	3,70	1,30	2,20	0,72
TOTAL.	101,14	100,74	100,74	99,10	100,74	101.10	99,76	99,71	99,13	101.31	99,18	99,40	101,00

I, II et III, Orthophyres du col de la Croix-de-Fer;

IV, Orthophyre pris sur l'arête qui domine à l'ouest les granges de La Balme;

V, Orthophyre du lac du Cerisier;

VI et VII, Orthophyres de la carrière du Freney-d'Oisans;

VIII et IX, Orthophyres du Château-Noir;

X, Orthophyre du glacier de Saint-Sorlin;

XI, Orthophyre de la crête au nord du lac du Cerisier;

XII, Orthophyre en coulées entre les granges de la Balme et le glacier de Saint-Sorlin;

XIII, Galet d'orthophyre dans une coulée orthophyrique du Château-Noir.

En somme, SiO^2 varie de 60 à 67; Al^2O^3 de 16 à 20; Fe^2O^3 de 4 à 8; MgO de 1,5 à 3,5; CaO de 0,5 à 2,5; l'ensemble des alcalis de 6 à 11, avec une légère prédominance de la potasse sur la soude. Ce sont là des caractères de trachytes à tendances liparitiques; et les différences entre les analyses du tableau ci-dessus sont de l'ordre des variations que l'on observe dans la composition des laves d'un même volcan.

Si l'on prend la moyenne des treize analyses, on trouve la composition suivante, que l'on peut, avec grande vraisemblance, considérer comme la composition moyenne (actuelle) des trachytes *les mieux conservés* des Grandes-Rousses.

SiO^2	63,64
Al^2O^3.	17,83
Fe^2O^3	5,04
MgO	2,48
CaO	1,52
K^2O	4,38
Na^2O	3,54
Perte par calcination	1,81
TOTAL	100,24

La restauration des trachytes des Grandes-Rousses peut se faire aisément, et sans grande incertitude. La métasomatose a consisté partout dans la chloritisation du mica noir, dans la destruction plus ou moins complète de l'anorthite du plagioclase, et enfin dans un commencement de kaolinisation des feldspaths alcalins. Dans les échantillons les plus frais — ceux qui ont été analysés — ce dernier phénomène, la kaolinisation, est souvent à peine sensible.

La moyenne des tentatives de restauration conduit à un mélange originel de :

	35 Albite
	23 Orthose
	12 Anorthite
	17 Biotite
	1 Apatite et zircon
	3 Fer oxydule
	9 Quartz
TOTAL . .	100

Ce mélange correspond à la composition suivante, qui me paraît être, très approximativement, la composition originelle *moyenne* des trachytes des Grandes-Rousses :

SiO^2	60,66
Al^2O^3	18,85
Fe^2O^3	4,43
MgO	2,91
CaO	2,71
K^2O	5,35
Na^2O	4,13
TOTAL	99,04

Ces trachytes à mica noir représentent donc la forme *effusive* d'un magma syénitique. La composition ci-dessus est analogue à celle de divers trachytes classiques, de diverses syénites à biotite, de diverses microsyénites un peu quartzeuses.

Je ne crois pas qu'il y ait de relations *pétrogénétiques* entre les trachytes des Grandes-Rousses et les roches intrusives du Houiller briançonnais. Sans doute, il y a un caractère commun : la très grande abondance du feldspath, et, comme conséquence, la faible teneur en magnésie. Mais, par contre, on ne trouve dans la série, si largement différenciée, des roches intrusives du Briançonnais, aucun type qui ait la composition d'un trachyte des Grandes-Rousses. Dans les roches intrusives à 60 ou 62 % SiO^2, il y a trop de chaux, et trop de soude, et trop peu de potasse, pour que l'assimilation aux trachytes des Grandes-Rousses soit possible.

Il faut donc, ou bien admettre que le processus de différenciation a été, dans la région des Rousses, très différent de ce qu'il devait être, plus tard, dans le Briançonnais, ou, ce qui est plus probable, que les magmas fondamentaux étaient distincts.

Nulle part, dans la région du Pelvoux, je ne connais, à l'heure actuelle, le moindre affleurement de syénite, qui, par sa composition, fasse songer aux trachytes des Grandes-Rousses. La syénite du Lauvitel est fort différente, et différents sont aussi les curieux trachytes qui s'y rattachent, et différentes encore les minettes de Valjouffrey et du massif de Chaillol. Le type *trachyte des Grandes-Rousses* est jusqu'ici, isolé dans les Alpes françaises. Je suis très porté à croire que c'est avec les roches carbonifères du Massif Central (Loire, Rhône, Saône-et-Loire), je veux dire avec les trachytes, les dacites et les phonolites réunis par Grüner sous le nom de *porphyres noirs* et par M. Michel-Lévy sous le nom d'*orthophyres*, que les trachytes des Grandes-Rousses ont chance de manifester une « consanguinity » plus ou moins lointaine. Mais les matériaux me manquent encore pour cette intéressante comparaison [1].

1. Dans mon mémoire, déjà cité, sur le *Massif des Grandes-Rousses*, je signale (p. 50) sous le nom de *kersantite à amphibole* une roche trouvée par M. Kilian dans le Houiller du Mont-Thabor. Je ne doute pas, aujourd'hui, que cette roche ne soit une microdiorite. En sorte que le type *trachyte des Grandes-Rousses* est confiné dans le voisinage de la Romanche, et ne dépasse pas, au Nord, le col de la Croix-de-Fer, à l'Est, le méridien de la Bérarde.

QUELQUES OBSERVATIONS

DANS LA

PARTIE MÉRIDIONALE DE LA CHAINE DE BELLEDONNE

(ALPES DAUPHINOISES)

par M. P. LORY.

I. — JURASSIQUE

Les calcaires qui prédominent dans les premières assises jurassiques de la Mateysine et du Beaumont (*Calcaires de Laffrey*) présentent un faciès à Entroques et détritique, quelquefois bréchoïde. On l'a maintes fois déjà rapproché de celui que ce même terrain du Lias possède dans la zone du Briançonnais. L'étude micrographique confirme cette analogie; elle révèle notamment dans le calcaire de Laffrey la fréquence d'une structure oolithique pareille à celle que MM. Kilian et Hovelacque ont fait connaître dans le Lias intraalpin [1].

D'après ses caractères tant lithologiques que fauniques [2], ce faciès correspond à de faibles profondeurs. Son extension indique que sur la terminaison méridionale de Belledonne le fond de la mer liasique a présenté, jusque vers le Toarcien, une vaste saillie : du Bas-Valgaudemar aux environs de Vizille, elle divisait en deux branches le géosynclinal alpin à dépôts vaseux (fig. 1) [3].

Si l'on compare les épaisseurs qui représentent le Lias inférieur et moyen sous chacun des faciès, il apparaît que la vitesse de descente était au moins cinq fois plus grande dans le géosynclinal que sur le haut fonds : à celui-ci correspondait donc en profondeur une ride dont la hauteur croissait rapidement et devait avoir dépassé 300 mètres au moment où le régime sédimentaire est enfin devenu à peu près uniforme, c'est-à-dire vers la fin du Toarcien.

1. W. KILIAN. Sur la structure microscopique des calcaires du Lias alpin (*B. S. G. F.*, 19 juin 1899). — HOVELACQUE et KILIAN, *Album de microphotographies*, Paris 1900, pl. II, III, IV, VI.

2. Abondance des *Gryphæa*, etc.

3. Vers l'est et vers le sud, le tracé des limites de faciès a été établi d'après les travaux de MM. Haug, Kilian et Termier et d'après quelques renseignements inédits, que ces savants ont eu l'obligeance de me communiquer.

En constatant qu'il y a coïncidence entre la diminution de l'épaisseur des dépôts d'une part, de la profondeur qu'indique leur faciès de l'autre, on est porté à admettre une relation de cause à effet entre la lenteur de l'affaissement et la persistance de la saillie sur le fond. Cependant, si cette relation a été réelle pour la région qui nous occupe, elle n'existe pas toujours; la vitesse de descente peut être de même ordre dans une zone néritique que dans les géosynclinaux vaseux qui la bordent. M. Termier a indiqué par exemple que, sous le faciès de calcaires à Entroques comme à la Mure, le Lias mesure vers Vallouise, dans la zone du Briançonnais, « probablement 300 ou 400 mètres d'épaisseur réelle »[1], c'est-à-dire autant que sous le faciès vaseux dans certaines parties de la zone dauphinoise.

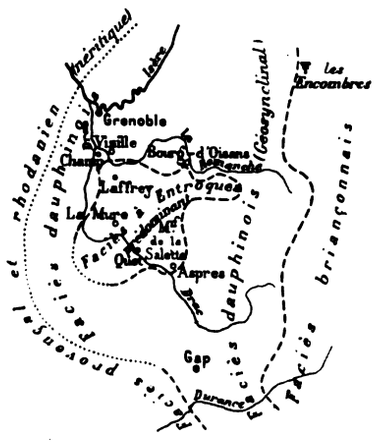


Fig. 1. — Extension des faciès au Sinémurien dans les Alpes dauphinoises. — Echelle : 1/2.000.000e.

Si la lenteur de son mouvement de descente a pu suffire à maintenir l'aire d'Aspres-Laffrey longtemps surélevée par rapport à ses voisines, il est cependant vraisemblable qu'une autre cause est intervenue pour créer cette différenciation.

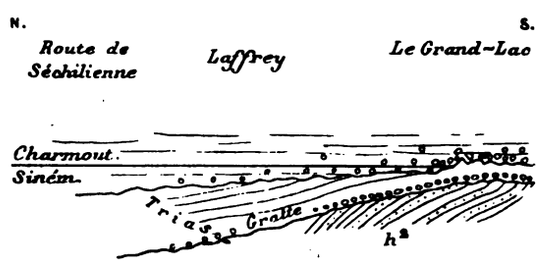


Fig. 2.

Il y a sur cette aire à la base du Jurassique une lacune importante, de hauteur variable suivant les points et qui peut s'élever jusqu'au Lias moyen[2]. Puis la sédimentation devient

1. *Livret-Guide du Congrès de 1900*, exc. XIII[a], p. 27.

2. J'ai eu déjà l'occasion de la signaler, partie d'après mes prédécesseurs, partie d'après mes observations. Cf. notamment *B. S. Statist. Isère*, 4e série, t. V, p. 563 et *Liv.-Guide Cong. géol.* 1900, exc. XIII[a].

générale, mais les dépôts contiennent ici en abondance des débris arrachés au substratum : les dimensions, le degré d'usure, la nature lithologique de ces éléments sont divers. A côté des grains de sable il y a des fragments atteignant jusqu'à la grosseur du poing, et tantôt anguleux, tantôt bien arrondis. La plupart sont formés par des roches du Trias (dolomies et calcaires) ou représentées dans ce système comme dans les terrains anciens (quartz, qui pour partie a vraisemblablement été repris au poudingue triasique dit « gratte »); mais d'autres galets proviennent bien des terrains anciens (grès du Houiller, schistes cristallins). Je citerai notamment la localité de Quet-en-Beaumont, où les galets abondent, groupés même par places en petites lentilles de conglomérat; ils appartiennent généralement aux schistes cristallins et au quartz, les roches calcaréo-dolomitiques du Trias y sont peu ou pas représentées.

Ce n'est pas à la base de la série seulement, dans la couche en transgression, que les galets se rencontrent, mais dans toute la hauteur des calcaires à Entroques, et parfois même c'est vers le sommet qu'ils sont le plus abondants.

Cette nature et cette répartition des éléments détritiques impliquent l'existence, et la persistance partielle jusqu'au Lias moyen, de hauts-fonds atteignant ou presque la surface de la mer et qui s'emplaçaient dans la moitié orientale de l'aire considérée, c'est à dire sur l'emplacement actuel des parties méridionales de Belledonne [1]. De plus, si ces hauts-fonds avaient reçu une couverture continue de Trias, ils l'avaient à l'époque liasique perdue par places, notamment dans une portion du massif de la Salette.

L'ensemble de ces caractères du Lias rend au moins fort probable une *surélévation en dôme* de l'aire Aspres-Laffrey au début du Jurassique, peut-être suivie d'autres mouvements plus localisés. D'ailleurs, en un point au moins le redressement tectonique des couches peut être directement observé. Lorsque l'on va depuis le bord nord de la Mateysine [2] jusqu'à l'extrémité méridionale de la falaise du Grand-Lac, on voit la lacune entre le Trias et le Lias s'accroître à la fois par le haut et par le bas; le Trias est de plus en plus réduit par l'érosion ; le Lias, qui comprenait à Laffrey même quelques couches sinémuriennes (*Arietites* gr. de *bisulcatus*), débute directement dans la falaise par des calcaires et brèches à Bélemnites charmouthiennes (fig. 2). Il y avait donc bien là le pourtour d'une saillie anticlinale, sur laquelle la transgression empiétait graduellement.

1. Chaînons de Taillefer et du Tabor, massif de la Salette (p. p.).
2. Route de Laffrey à Séchilienne, à la sortie du premier de ces villages.

II. — Plis et vallées au voisinage de Taillefer

Les schistes cristallins des parties hautes de Belledonne portent encore, au voisinage de la gorge de la Romanche, des lambeaux discordants de Trias; Ch. Lory a décrit et figuré ceux de la mine de Brouffier et de la Croix de Chamrousse [1]. Comme dans les Rousses, ils sont formés surtout par du calcaire dolomitique, souvent d'apparence bréchoïde et passant à la cargneule.

Grâce à ces lambeaux, il est possible de reconstituer en partie la tectonique *alpine* de la chaîne. Ainsi dans Taillefer, au col entre le Rocher-Culasson et le Signal, vers 2700 mètres, les couches triasiques dessinent un synclinal (fig. 3); il s'abaisse rapidement

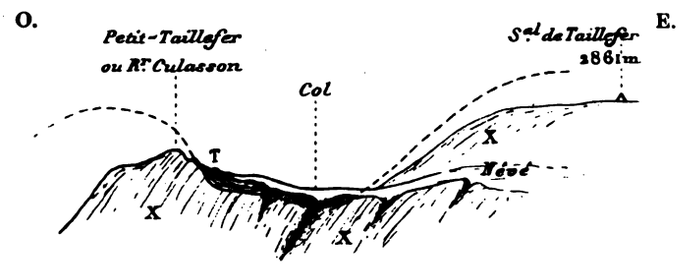


Fig. 3. — Vue prise sous le col du névé de Taillefer.
T, Trias; -----, Limite inférieure du Trias; X, Schistes cristallins sériciteux.

vers le sud-ouest, jalonné par les lambeaux de la crête de l'Emay, sort du groupe de Taillefer et va se remplir de Lias à l'ouest de la vallée de la Roizonne, entre le Serre et la Chinarde. Du côté opposé, au nord, l'ensemble de la montagne s'abaisse brusquement de 600 à 800 mètres sur le plateau des Lacs [2]; là on voit traîner, notamment juste sous le col, des placages de Trias qui marquent le fond d'une dépression transversale, dominée au nord par les schistes cristallins du Grand-Galbert comme au sud par ceux de Taillefer.

Ainsi, cette partie de Belledonne est façonnée par un triple système de ridements (fig. 4) :

a) Surélévation longitudinale du massif central suivant une direction qui, dès au nord de Taillefer, est devenue nord-sud.

1. *Descr. Dauphiné*, p. p. 155, 185. Dans cet ouvrage, la roche qui forme ces lambeaux est appelée « calcaire magnésien du Lias ».
2. Lac Fourchu, lac Noir, etc.

b) Plis obliques N.-E.-S.-O., c'est-à-dire conservant à peu près la direction qu'avaient, au nord de la Romanche, et l'axe de la chaîne et les ondulations longitudinales, par exemple les synclinaux triasiques de Chamrousse. C'est un nouvel exemple du cas que j'indiquais l'année dernière : [1] outre les plis longitudinaux et transversaux, les chaînes peuvent présenter, au voisinage des points où leur direction se modifie, des plis obliques ayant encore la direction qui était celle du ridement principal avant l'inflexion.

c) Ondulations transversales environ est-ouest; leur existence avait été prévue et même leur tracé indiqué avec une sûreté magistrale par M. Termier [2]. Les sommets de Taillefer appartiennent à un anticlinal de ce système, à flanc nord presque vertical, à flanc sud assez doucement incliné ; il sépare les larges synclinaux du plateau des Lacs et du col de Vaunoire.

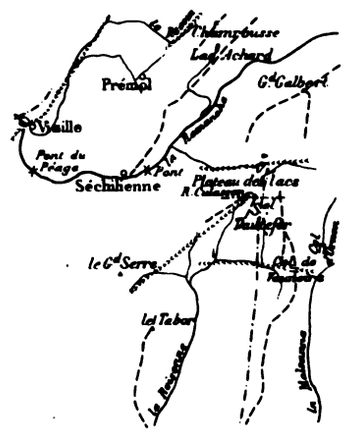


Fig. 4. — Échelle 1/400.000e.
-----, Lignes de crête ; ----, Axe synclinal ; —·—·—, Axe anticlinal.

Les principaux traits de la topographie sont nettement coordonnés à ce réseau tectonique. La vallée de la Malsanne et partie de celle de la Roisonne sont des vallées longitudinales nord-sud. Les vallons du Recoin, de la Chartreuse de Prémol, du lac Achard [3], etc., la gorge de la Romanche en amont du pont de Séchilienne, ainsi que plusieurs hauts vallons entre le Serre et le Tabor, appartiennent au système N.-E.-S.-O. ; les premiers sont longitudinaux tandis que, la direction générale de la chaîne changeant, la seconde et les derniers se trouvent lui être obliques. Enfin, le plateau des Lacs, le vallon et le col de Vaunoire, sont des segments de synclinaux est-ouest, et sur le prolongement du premier se place [4] la gorge de la Romanche entre les ponts de Séchilienne et du Péage.

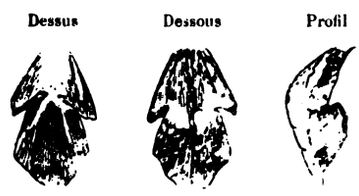
1. *Types de vallées*, in *Soc. Statist. Isère*, séance du 15 janv. 1900.
2. *Grandes-Rousses*, p. p. 113, 114, 116.
3. Qui a été capturé par un ravin affluent de la Romanche.
4. P. Termier. *L. c.*, p. 113.

SUR LA DÉCOUVERTE D'UN *RHYNCHOTEUTHIS* DANS LE SÉNONIEN DES ENVIRONS DE BEAUVAIS

par M. L. THIOT.

Dans cette note, l'auteur fait remarquer que l'étage sénonien n'avait fourni, jusqu'à présent, qu'un seul exemplaire de bec de ce genre qui a été trouvé à Chavot (Marne) et auquel d'Orbigny a donné, en 1847, le nom de *Rhynchoteuthis Dutemplei*; mais que cette espèce n'a pu être ni décrite, ni figurée dans le magistral ouvrage de d'Orbigny, par la raison qu'il en donne lui-même : que ce bec s'est perdu, on ne sait comment, le jour même où il lui parvint.

L'exemplaire recueilli par M. Thiot au mois de mai dernier à Notre-Dame-du-Thil, près Beauvais, avec un autre Céphalopode assez bien conservé : *Actinocamax verus* Miller, c'est-à-dire à la base de la craie à Bélemnitelles, est tout à fait intact. Il est figuré ci-contre en grandeur naturelle. Ses dimensions sont de 19 millimètres sur 10.



Rhynchoteuthis sp. n. G. N.

M. de Grossouvre, à qui ce *Rhynchoteuthis* a été communiqué avec la Bélemnitelle rencontrée en même temps et que plusieurs paléontologistes supposaient être le jeune âge de *Belemnitella quadrata* d'Orb., a bien voulu faire connaître à l'auteur « que « la Bélemnitelle était bien *Actinocamax verus*, qu'il ne connais- « sait pas de *Rhynchoteuthis* du même niveau et qu'il avait tout « lieu de supposer que c'était une espèce nouvelle ».

M. Thiot pense que le *Rhynchoteuthis* qu'il a recueilli à Notre-Dame-du-Thil n'est pas du même niveau géologique que celui rencontré à Chavot, attendu que la craie de cette dernière localité, située aux portes d'Épernay, doit appartenir à la craie de Meudon et d'Epernay, renfermant *Micraster Brongnarti* Héb., c'est-à-dire à la partie tout à fait supérieure de la craie blanche (d'après les travaux de MM. Hébert, de Mercey et Peron), tandis que la craie de Notre-Dame-du-Thil appartient, au contraire, à la base de la craie de Reims, assise surmontant immédiatement la craie à *Micraster coranguinum* Ag.

D'ailleurs, le *Rhynchoteuthis Dutemplei* n'ayant été ni décrit, ni figuré, il n'est pas possible d'affirmer que l'exemplaire de Chavot et celui de Notre-Dame-du-Thil appartiennent à la même espèce.

Séance du 25 Février 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **Jules Pethö**, Géologue en chef de l'Institut royal géologique de Hongrie, présenté par MM. M. Cossmann et Gustave Dollfus.

F. **Bonnes**, Professeur de géologie et de minéralogie à l'Ecole des Mineurs d'Alais (Gard), présenté par MM. G. de Rouville et Delage.

A. de Richard, Ingénieur des mines, membre de la Société des Sciences de Bucarest (Roumanie), présenté par MM. Albert Gaudry et Léon Carez.

Henri Douxami, Docteur ès-sciences, Professeur au Lycée Ampère à Lyon, présenté par MM. J. Bergeron et E. Haug.

Six nouveaux membres sont présentés.

Le Président annonce que M. P.-W. Stuart-Menteath, sur sa demande, ne fait plus partie de la Société.

M. **de Lapparent** croit devoir appeler l'attention de la Société sur une publication récente de M. Amalitzky, relative aux fouilles que ce savant a exécutées sur les bords de la Dwina. Une lentille de grès meuble, intercalée dans les marnes d'eau douce du Permien supérieur, a fourni plusieurs squelettes entiers du *Pareiasaurus*, avec de nombreuses empreintes de *Glossopteris* et de *Gangamopteris*.

Ainsi, non seulement la flore, mais la faune des couches de Johannesburg, se retrouvent dans le Nord de la Russie, au niveau précis que M. Zeiller avait assigné à ces couches d'après leurs fossiles végétaux.

D'autre part, il devient impossible de soutenir que l'éclosion de la flore à *Glossopteris* ait été déterminée, à la suite des phénomènes glaciaires de l'Afrique australe, de l'Australie et de l'Inde, par un changement de l'axe terrestre qui aurait placé l'un des pôles dans l'océan indien ; car, dans ce cas, l'autre pôle n'aurait pas pu tomber dans le Nord de la Russie.

M. **Haug** attire l'attention de la Société, sur la carte représentant l'extension des glaciers permiens, que vient de publier M. Penck dans une note très importante sur les phénomènes glaciaires d'Australie.

Comme complément aux observations de M. de Lapparent, M. **Zeiller** ajoute que les conclusions qu'il avait tirées de l'étude des plantes fossiles pour la détermination de l'âge des dépôts charbonneux des environs de Johannesburg, rapportés par lui à l'étage de Beaufort, ont été pleinement confirmées par M. le Dr Molengraaff. M. Draper, dans une étude insérée aux *Transactions of the South African Geological Society*, avait assimilé les couches de combustible du Transvaal aux *Molteno beds*, c'est-à-dire à l'étage de Stormberg, auquel appartiennent en effet les dépôts charbonneux de la Colonie du Cap, mais qui renferme en réalité une flore bien différente de celle des dépôts similaires de la région de Johannesburg. M. Zeiller a su de M. Molengraaff que celui-ci avait été amené finalement, par une étude stratigraphique approfondie, à rapporter ces derniers dépôts à l'étage de Beaufort, et qu'ainsi la géologie se retrouve une fois de plus en parfait accord avec la paléontologie végétale.

M. **A. de Lapparent** met sous les yeux de la Société un oursin fossile, qui a été recueilli en 1892, par le Colonel Monteil, dans le Sahara oriental, sur la route du Tchad à Tripoli, un peu au sud de l'oasis de Bilma. Cet oursin a été reconnu, par M. Victor Gauthier, comme presque identique à un Échinide du Crétacé supérieur (Maëstrichtien) du Baloutchistan, décrit en 1897 par M. Noetling sous le nom de *Protechinus paucituberculatus*, nom qui doit être changé, selon la proposition de M. Lambert, en celui de *Noetlingia paucituberculata*, le genre *Protechinus* ayant été antérieurement créé pour un autre oursin.

M. de Lapparent fait ressortir les conséquences de cette trouvaille, qui étend considérablement vers l'ouest le domaine de la mer crétacée en Afrique, et montre qu'alors la région du lac Tchad faisait partie, avec la Libye, la Nubie, l'Égypte et la Tunisie, d'un grand golfe méditerranéen, communiquant avec l'Inde par la Palestine et la Perse.

L'oursin, que M. Gauthier regarde comme une espèce distincte, qu'il dédie au Colonel Monteil, sera l'objet, dans le *Bulletin*, d'une description avec figure (voir page 189 et pl. III).

M. **Léon Bertrand** signale à la Société la découverte récente d'un squelette de Mammouth dans le remplissage d'une fente de calcaires liasiques, dans une tranchée de la ligne de chemin de fer en construction de Foix à Saint-Girons, au voisinage de Cadarcet (Ariège).

M. **Kilian** attire l'attention sur la fréquence relative des *Rhacophyllites* du groupe *Rh. mimatensis* d'Orb. dans le Lias moyen des Alpes de Savoie.

Parmi les très rares Ammonites de ce niveau, recueillies dans les ardoisières de Saint-Colomban-des-Villards (Maurienne) figurent à côté de quelques exemplaires d'*Amaltheus margaritatus* Montf., plusieurs individus de *Rhacophyllites libertus* Gemm. (= *R. mimatensis* Menegh., p. p.) très bien conservés et absolument conformes aux figures de cette espèce récemment figurés par divers auteurs italiens (Musée de Chambéry, coll. Lachat, coll. Villet; coll. Hollande). D'autre part, la *seule* Ammonite recueillie par M. Kilian aux environs de Moutiers (Savoie) est également une forme de ce groupe : *Rhacophyllites Nardii* Menegh. sp. (= *Rh. diopsis* Gemm.). — Ces faits dénotent une affinité de faune remarquable entre le Lias des Alpes savoisiennes et les assises de même âge de la Lombardie et des régions méditerranéennes où les *Rhacophyllites* sont assez fréquents. — Si l'on considère en outre que ces formes spéciales se rencontrent aussi bien dans le « faciès dauphinois » (Saint-Colomban-des-Villards) que dans le « faciès briançonnais » du Lias (Moutiers) on voit dans cette répartition une nouvelle confirmation des rapports intimes qui lient la zone du Briançonnais à la zone dauphinoise voisine et qui empêcheront toujours les stratigraphes d'admettre l'origine exotique de la première seule de ces zones.

SUR LES COUCHES A ORBITOÏDES DU PIÉMONT

par M. SACCO.

A la suite de la récente communication faite par M. Douvillé à la séance du 17 décembre 1900, sur les couches à Orbitoïdes des environs de Dax, l'auteur croit utile de présenter les observations suivantes.

1. — *Miogypsina irregularis* Micht., dont *Miogypsina globulina* Micht. n'est probablement qu'une variété, ne se trouve pas dans l'*Aquitanien* de Villa Sacco (Turin), comme le dit M. Schlumberger (probablement par suite d'une confusion des étiquettes de localité) dans son importante note *Sur le genre Miogypsina* (*B. S. G. F.* (3), XXVIII, 1900), mais il se trouve fréquemment, parfois même en très grande abondance, dans l'*Helvétien* (spécialement dans l'*Helvétien* moyen-inférieur) de plusieurs localités des Collines de Turin, près de Villadeati, etc. Cependant *M. irregularis* se rencontre aussi dans quelques points de l'*Aquitanien* (principalement supérieur) des Collines de Turin.

2. — *Lepidocyclina marginata* Micht. [= *Nummulites marginata* Micht., 1841, ainsi que M. Douvillé l'a reconnu avec justesse (*C.-R. S. G. F.*, 20 novembre 1899) après l'examen des exemplaires que M. Sacco lui avait envoyés], est extraordinairement abondant dans l'*Aquitanien* de Villa Sacco et dans d'autres points des Collines de Turin, mais il se trouve également, quoique en général plus rarement, dans l'*Helvétien* de ces Collines.

3. — Il résulte de ce qui précède qu'en Piémont *Lepidocyclina* prédomine dans l'*Aquitanien* et *Miogypsina* dans l'*Helvétien*, mais qu'il n'existe pas une règle précise à ce sujet.

4. — L'*Aquitanien* typique, ainsi que M. Sacco l'entend, doit être placé dans le Miocène et non dans l'Oligocène comme l'on fait généralement : cette dernière interprétation est due au fait que, dans plusieurs régions de l'Europe, l'on a indiqué et l'on indique encore comme *aquitaniens* des terrains qui sont, en réalité, plus anciens, c'est-à-dire vraiment *oligocéniques*, ainsi que M. Sacco l'a déjà bien des fois fait observer dans plusieurs ouvrages (voir : *Note sur la classification des terrains tertiaires*. C.-R. Cong. géol. intern. Zurich, 1894).

De cette confusion résultent des interprétations différentes sur la signification de l'Oligocène, lequel, justement compris, représente, par contre, un ensemble assez naturel d'étages géologiques.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES ÉCHINIDES FOSSILES

par M. V. GAUTHIER [1].

(PLANCHE III).

VI. — GENRE *NOETLINGIA* Lambert, 1898.

SYNONYMIE : *Protechinus* Noetling (non Austin *Protoechinus*). Memoirs of the Geological Survey of India. — *Fauna of Baluchistàn, of the upper cretaceous (Maëstrichtien) beds.* Série XVI, vol. I, part. 3, p. 14, pl. II, fig. 3, 3ᵃ; pl. III, fig. 1, 1ᵃ, 1897.
Noetlingia Lambert, *Revue critique de Paléozoologie*, 2ᵉ année, N° 3, juillet 1898, p. 126.

Diagnose du genre. — Oursin régulier, de la famille des *Echinidæ*, pouvant atteindre une très grande taille; forme circulaire, ordinairement élevée, conique ou hémisphérique à la partie supérieure, plane ou pulvinée à la partie inférieure. Appareil apical peu développé, insuffisamment connu jusqu'à présent, montrant cinq plaques génitales en cercle et cinq plaques ocellaires dont les postérieures intercalées font partie du circuit périproctal; les plaques ocellaires antérieures II, III, IV paraissent rejetées en dehors des génitales, mais l'état des exemplaires connus ne permet pas de l'affirmer catégoriquement; ouverture anale peu étendue, circulaire ou légèrement ovale, entourée par les plaques apicales. Aires ambulacraires assez larges, égalant à peu près la moitié des aires interambulacraires; zones porifères étroites, superficielles ou légèrement déprimées, allant en ligne droite du sommet au péristome; elles sont oligopores et comprennent trois paires de pores par plaque majeure : la paire du milieu est la plus externe; la paire inférieure placée directement au dessous et semblable est légèrement oblique et rentre un peu; la paire supérieure, bien plus rentrante que l'inférieure, est plus petite aussi et portée par une plaquette très réduite, resserrée entre les deux plaques voisines, de sorte que la zone porifère est formée par deux rangées verticales et bien distinctes de paires de pores; l'externe comprenant les deux grandes paires, un peu sinueuse par suite de l'obliquité de la paire inférieure; l'interne, formée par les petites paires abactinales, moins large et moins remplie, puis-

1. Voir *B. S. F. G.*, (3). XXV, p. 831, 1897; XXVII, p. 344, 1899.

qu'elle ne comprend qu'une paire sur trois. Entre les zones porifères s'étendent plusieurs séries verticales de tubercules imperforés et incrénelés, de volume médiocre. Les aires interambulacraires portent à l'ambitus de nombreuses séries verticales de tubercules semblables à ceux des ambulacres, se réduisant à mesure qu'elles montent vers le sommet ou qu'elles descendent vers le péristome; ces mêmes tubercules forment en même temps des rangées horizontales un peu obliques; la zone miliaire est plus ou moins garnie à la partie supérieure. Face inférieure faisant défaut chez tous les exemplaires recueillis jusqu'à ce jour; nous ne pouvons donc rien dire du péristome.

M. Noetling le premier a décrit cet intéressant échinide et en a fait le type d'un genre nouveau *Protechinus*. Depuis, M. Lambert a fait observer que ce nom générique avait déjà été employé par Austin (*Protoechinus*) pour un échinide très différent et a proposé de le remplacer par celui de *Noetlingia*, que j'accepte et approuve très volontiers.

M. Noetling a rapproché la disposition des paires de pores de son genre nouveau et des plaquettes qui les portent, des mêmes plaquettes chez le genre *Psammechinus*. Nous ferons une comparaison analogue en remplaçant le genre *Psammechinus* par le genre *Echinus*, qui ne diffère point sous ce rapport, et qui nous donnera l'avantage de pouvoir examiner des exemplaires de taille égale. Dans les deux genres c'est la paire médiane qui est la plus externe, mais, par contre, pendant que chez les *Noetlingia* c'est la paire abactinale (la supérieure) qui rentre le plus, chez les *Echinus* c'est l'actinale (l'inférieure); de sorte que si l'on établissait trois séries verticales avec les paires de pores, ce serait la série formée par les paires inférieures qui serait au milieu chez les *Noetlingia*, et la série formée par les paires supérieures chez les *Echinus*. A ces observations qui appartiennent à M. Noetling nous ajouterons que chez les *Echinus* les paires actinales et abactinales sont portées par des plaquettes entières dont l'inférieure est la plus développée, tandis que la paire médiane est placée sur une demi-plaquette; chez les *Noetlingia* la paire supérieure, moins développée que les autres, est portée par une plaquette très réduite, la médiane est située sur une demi-plaquette dont l'extrémité interne se rétrécit et se recourbe pour soutenir la petite plaque; la paire inférieure seule occupe une plaquette entière, d'abord étroite, puis, au-delà des pores, occupant tout l'espace jusqu'à la suture du milieu de l'ambulacre. Ce sont des différences importantes qui suffisent pour justifier la création d'un genre nouveau.

L'espèce du Béloutchistân a été désignée par M. Noetling sous le nom spécifique *paucituberculatus* et devient *Noetlingia paucituberculata* Noetling (*sub Protechinus*). Nous allons maintenant décrire une seconde espèce.

NOETLINGIA MONTEILI Gauthier, 1901.

(Pl. III, fig. 1-3).

Nous ne connaissons qu'un exemplaire de ce nouveau type spécifique; il est incomplet, le sommet est gravement endommagé, la partie inférieure fait complètement défaut, et l'ensemble de ce qui reste a été poli par le frottement des sables sahariens.

Dimensions : Diamètre, 110 millim.; hauteur du fragment, 60 millim.

Espèce de très grande taille, subcirculaire au pourtour, subhémisphérique à la partie supérieure. — Appareil apical de dimensions médiocres, subcompact, en partie intercalaire, autant que nous pouvons nous en rendre compte; les plaques ocellaires I, V nous paraissent écarter les génitales et participer au circuit du périprocte, les ocellaires antérieures II, III, IV seraient au contraire rejetées au dehors.

Aires ambulacraires légèrement renflées, relativement assez larges à la partie supérieure où elles égalent les deux tiers de l'aire interambulacraire correspondante, se développant à mesure qu'elles s'éloignent de l'apex, mesurant au pourtour inférieur vingt-quatre millimètres de largeur, presque la moitié des aires interambulacraires. Zones porifères faiblement déprimées, rectilignes, à bord externe presque onduleux par suite de l'obliquité de la plaquette actinale, offrant trois paires de pores par plaque majeure, disposées comme il a été dit dans la diagnose générique, de manière que les deux inférieures sont les plus grandes, et que la supérieure, fortement rentrante est moins développée et portée par une petite plaquette entourée par le bord rétréci de la demi-plaquette médiane. Les plaques majeures sont moins hautes que dans la plupart des espèces du genre *Echinus* qui présente d'ailleurs des variations assez sensibles sous ce rapport, et les paires de pores sont par conséquent très serrées. L'espace interzonaire porte à l'ambitus environ huit rangées de tubercules médiocrement développés; ces rangées s'atténuent en montant vers le sommet où il n'en reste que deux.

Aires interambulacraires légèrement déprimées au milieu,

étroites relativement près du sommet (15 millimètres), larges à l'ambitus où elles atteignent cinquante-cinq millimètres; elles portent en cet endroit jusqu'à dix-huit rangées verticales de tubercules semblables à ceux des ambulacres, qui disparaissent successivement en montant vers l'apex et se trouvent finalement réduites à deux. Ces tubercules forment en même temps des rangées horizontales un peu obliques. Le milieu de l'aire n'est pas dénudé à la partie supérieure et reste couvert de tubercules peu serrés mais se maintenant aussi longtemps que le permet le rétrécissement de l'aire.

Le périprocte qui s'ouvre au milieu des plaques apicales est médiocrement étendu, comme nous l'avons dit, et légèrement ovale. Le reste du test nous est inconnu, et, par une fâcheuse coïncidence, aucun des exemplaires de M. Noetling n'a conservé sa face inférieure jusqu'au péristome.

L'exemplaire que nous décrivons est très voisin des spécimens indiens décrits par M. Noetling; la taille est plus grande, la forme est moins conique et se termine plutôt en dôme; les tubercules sont plus gros, le milieu des aires interambulacraires est beaucoup moins nu; ces différences permettent de distinguer facilement les deux espèces.

Le type indien *N. paucituberculata* a été recueilli dans les couches crétacées supérieures du Béloutchistân, accompagné de grands *Hemipneustes* dont deux sont attribués par M. Noetling à des espèces européennes, *Hemipn. pyrenaicus* Hébert, *Hemipn. Leymeriei* Hébert. Il est très probable que notre exemplaire appartient au même horizon géologique; M. le colonel Monteil l'a trouvé sur le sol, à Zau Saghaïr, au sud de Bilma, par environ 18° 23′ 08″ de latitude nord dans le Sahara oriental, sur la route du lac Tchad à Tripoli, et l'a rapporté en France comme un souvenir de sa périlleuse et glorieuse excursion à travers les régions désolées de l'Afrique centrale. Nous sommes très heureux de pouvoir lui dédier cette précieuse espèce.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

Fig. 1. — *Noetlingia Monteili*, vu de profil, grandeur naturelle.
Fig. 2. — Le même, face supérieure.
Fig. 3. — Portion d'aire ambulacraire, grossie.

UN NOUVEAU *CYCADEOIDEA*

par M. **P. FLICHE.**

Dans les collections de l'Ecole forestière, figure, sous le nom de *Mantellia*, un fossile végétal envoyé, il y a déjà plusieurs années, par M. Charil des Mazures, alors inspecteur des forêts en Vendée et provenant de l'île de Dives (Vendée), près de l'Aiguillon sur Mer. Une étiquette de la main de Mathieu, alors professeur de sciences naturelles et sous-directeur de l'Ecole, porte que l'auteur de l'envoi n'a point indiqué de quel terrain provenait ce fossile; mais que ce pourrait être l'Oxfordien ou le Corallien. Depuis l'époque où il rédigeait cette note, Mathieu semble avoir changé d'opinion, car la grande étiquette placée à côté de l'échantillon, exposé dans une vitrine, le réfère, avec doute, il est vrai, au Bathonien. Aujourd'hui, il faut rejeter, non seulement cette dernière manière de voir, mais considérer l'attribution au Corallien comme absolument certaine; l'île de Dives ne présentant que du Corallien comme on peut le voir sur la Carte géologique de France, au 80.000e, feuille de Fontenay. De plus la nature de la roche pour le Corallien, telle qu'elle est décrite par M. Boisselier, auteur de cette feuille, s'accorde parfaitement avec celle du fossile, tandis qu'il n'y a aucune analogie entre celle-ci et le calcaire bathonien de la même région.

L'âge du fossile qui nous occupe est donc bien déterminé; en ce qui le concerne lui-même, il s'agit d'un moule, sans structure conservée; malgré cela il offre de l'intérêt, parce que son attribution à une tige cycadéiforme est certaine, parce que de plus il présente des caractères assez précis pour qu'on puisse le placer parmi les *Cycadeoidea*, tels qu'on les entend aujourd'hui en Paléontologie, c'est-à-dire comme étant vraisemblablement des tiges de Bennettitées. Or, tout ce qui touche à ce groupe de végétaux mérite une attention toute particulière, en raison des problèmes qu'il soulève encore et du rôle important qu'il a joué pendant la période jurassique et surtout le Crétacé inférieur.

La tige de l'île de Dives nous a été conservée, sous forme de moule, ainsi qu'il a été dit plus haut; celui-ci est formé par du calcaire et recouvert à sa surface par une mince couche d'oxyde de fer hydraté qui lui donne une couleur brune, assez claire d'ailleurs, toutes les fois que celle-ci est intacte.

Ce moule est resté engagé, dans la roche encaissante, par une de ses faces, sur moitié environ de son épaisseur ; la tige a très visiblement subi une compression qui non-seulement l'a aplatie mais l'a un peu déformée, de manière à en rejeter de côté l'extrémité supérieure, un peu creuse, ce qui est un caractère de ces tiges, sur la face sortie de la roche, ce qui la rend très visible sur la figure, en 1, bien que la cavité renferme quelques concrétions, ainsi en 2, qu'on n'a osé enlever de peur de la dégrader.

Fig. 1. — *Cycadeoidea divensis* n. sp. Grandeur naturelle.

Le moule n'est pas intact, un simple coup d'œil, jeté sur la figure, le montre fort bien ; cependant on en possède visiblement la presque totalité, puisqu'on a, comme il vient d'être dit, l'extrémité supérieure ; puisqu'à la base, la section de la roche, un peu en dessous

du fossile, montre que celui-ci ne l'atteint pas; d'un autre côté, si la portion du fossile, placée à la gauche du lecteur, n'est pas entière, la face opposée l'est à peu de chose près; la tige était donc courte et large; ce qui se rencontre si fréquemment chez les *Cycadeoidea*, probablement aussi, même sur le vif, la section transversale était plus ou moins elliptique.

Aux caractères, déjà indiqués, rattachant la tige de Dives aux *Cycadeoidea*, s'en joignent de plus précis; ainsi les cadres si caractéristiques formés, autour des écailles, par les raments, sont souvent très visibles; ils le sont bien en particulier sur la figure entre 2 et 3, enfin il y a une insertion d'inflorescence très nette en 5.

Il s'agit donc bien d'un *Cycadeoidea*, ce qui correspond au nom de *Mantellia* qui avait été donné à ce fossile, par Mathieu, sur les indications de Schimper; de plus, il me semble qu'il s'agit d'une espèce non encore décrite. Par ses dimensions, par sa forme, les deux espèces dont elle se rapproche le plus, sont le *Cycadeoidea pygmaea* L. et Hutt. et le *Bolbopodium pictaviense* Sap. Malgré le nom générique qui lui a été imposé par son auteur, cette dernière espèce semble, en effet, être aussi un *Cycadeoidea*; de Saporta [1] fait remarquer, lui-même, la très grande ressemblance de son *Bolbopodium pictaviense* avec le *Cycadeoidea pygmaea* L. et Hutt., dont, par suite, il fait un *Bolbopodium*; il ajoute un peu plus loin [2], après avoir donné les caractères distinctifs, assez peu importants, sur lesquels il établit son nouveau genre : « Cependant les plus petites espèces de *Clathropodium* [3], lorsqu'elles sont renflées en œuf ou conformées en nid, pourraient être aisément confondues avec les *Bolbopodium*, et l'étude des diverses catégories des tiges n'est pas assez avancée ou même ne repose pas sur des principes assez fixes, pour permettre de tracer entre elles des limites parfaitement rigoureuses. »

La petitesse des bases de pétioles, qui a fourni, à de Saporta, le principal caractère distinctif des *Bolbopodium* et qui n'a pas, je crois, la valeur que lui accordait l'éminent paléontologiste, est en effet remarquable chez les deux seules espèces bien certaines attribuées à ce genre, chez l'espèce de Lindley et Hutton, plus encore que chez celle de Saporta. Ce caractère sépare nettement le fossile de Dives, comme le montre la plus simple comparaison de la figure qui le reproduit, avec celle du *Fossil flora* et de la *Paléon-*

1. *Paléontologie française. Plantes Jurassiques. II, Cycadées*, p. 256.
2. *L. c.*, p. 258.
3. Genre établi aussi par de Saporta et qui est un synonyme des *Cycadeoidea*.

tologie française. La conséquence naturelle de ce fait est que les bases de pétioles recouvrant la tige sont beaucoup moins nombreuses sur la première que sur les deux autres. Aucun autre *Cycadeoidea* décrit ne présente, à ma connaissance, autant d'analogie, avec le fossile qui nous occupe, que les deux espèces dont il vient d'être question, mais il en est, on le voit, très nettement distinct; c'est donc une espèce nouvelle. Comme il est assez bien conservé, pour être décrit, je lui impose un nom spécifique qui rappelle la localité où il a été trouvé et j'en donne la diagnose suivante :

CYCADEOIDEA DIVENSIS *n. sp.* — *C. caudice humili, ovoideo subconico, strobiliformi; apice depresso, cicatrices inflorescentiarum præbente; altitudine 95 mill., diametro 80 mill. circiter metiente; petiolorum basibus rhombcis, 17-21 mill., latis 10-11 mill. altis obtecto; ramentorum stratis 1 mill. crassis.*

Ile de Dives (*Charil des Mazures*).

Les dimensions données, dans cette diagnose, pour l'ensemble de la tige, doivent se rapprocher beaucoup de ce qu'elles sont réellement pour le diamètre transversal, sous la réserve de l'exagération qui peut être due à l'écrasement de l'organe; pour la hauteur, il y a plus d'incertitude quoique, pour les raisons exposées plus haut, on doive être en présence de l'organe presque entier.

Les dimensions et les formes données pour les bases de pétioles, s'appliquent à celles qui, subérisées et accrues, forment la masse de la cuirasse protectrice de la tige et non à celles qui portaient encore des feuilles ou dont celles-ci venaient de se détacher à l'état de vie. Ces dernières ne dépassaient pas un centimètre de largeur.

On voit que, non seulement la tige était peu volumineuse, mais que les bases de pétioles, tout en étant plus grandes que chez le *Bolbopodium pictaviense* de Saporta, sont encore fort petites; cette exiguïté de la tige et des pétioles se retrouve chez les espèces décrites par M. Carruthevs et provenant certainement du Corallien du Sutherland, en Angleterre. Il y a dans cette exiguïté un fait qu'il est intéressant de rapprocher des dimensions très réduites aussi de la plupart des feuilles de *Zamites*, trouvées au même horizon en France, en Suisse et en Allemagne, ainsi *Z. Feneonis* Brong., *Z. Morcaui* Brong., *Z. Acerosus* Sap., *Z. formosus* Heer., *Z. Renevieri* Heer. Ce rapprochement offre de l'intérêt, puisque les *Zamites*, en grande partie, si ce n'est en totalité, paraissent de plus en plus certainement [1] avoir été, comme le prétendait Williamson, les feuilles des *Williamsonia* et par suite des Bennettitées.

1. Voir notamment : A.-C. SEWARD. On the leaves of Bennettites. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, vol. IX, pl. V, p. 273.

Séance du 4 Mars 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRESIDENT

M. L. Mémin, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **Jacob,** Ingénieur en chef des Mines, Directeur du Service géologique de l'Algérie, présenté par MM. Pouyanne et Ficheur.

Paul Vincey, Ingénieur-Agronome, Professeur départemental d'Agriculture, présenté par MM. Gustave Dollfus et G. Ramond.

Léopold Michel, Maître de Conférences de minéralogie à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, présenté par MM. E. Haug et L. Gentil.

Louis Mengaud, Licencié ès-sciences, présenté par MM. J. Bergeron et Léon Bertrand.

Louis Boistel, présenté par MM. Munier-Chalmas et E. Haug.

Schardt, Professeur de Géologie, à Neuchâtel (Suisse), présenté par MM. Marcel Bertrand et Emm. de Margerie.

M. **Stanislas Meunier.** — *Origine de l'argile à silex.*

Je viens de lire dans la dernière livraison du *Bulletin de la Société Géologique* ([3], XXVIII, 1900, p. 809), une communication de M. A. de Grossouvre sur l'argile à silex des environs de Vierzon et je demande à présenter quelques observations sur les conclusions de ce travail, qui touche un sujet que j'étudie moi-même depuis plusieurs années. Malgré les assertions de l'auteur, je crois qu'il s'agit réellement, dans les localités qu'il a décrites, du produit de la décalcification de la craie ; aucune de ses objections n'étant, suivant moi, justifiée.

Tout d'abord, M. de Grossouvre insiste sur la blancheur de la roche pour écarter l'idée qu'elle provient de l'attaque de la craie. « Il n'est pas de craie, dit-il, même la plus blanche qui, attaquée par les acides faibles, ne laisse un résidu ferrugineux ». Or, il est de nombreuses localités où l'argile à silex, parfaitement caractérisée, se présente avec une blancheur éclatante et donne par la

cuisson un produit tout à fait blanc : une semblable *terre de pipe*, dérivant de la craie par décalcification, se rencontre par exemple à Prépotin, près de Mortagne, où je l'ai étudiée avec détail.

Une deuxième remarque concerne la présence dans l'argile d'une quantité considérable de silice soluble, qui semble à M. de Grossouvre incompatible avec le caractère résiduel de la roche. Il faut pourtant constater que la silice soluble est un composant normal de toutes les craies, comme de bien d'autres roches sédimentaires et je me réserve de revenir sur cette question qui a une importance capitale quant à l'histoire de la silicification. La silice étant bien moins soluble que le carbonate de chaux, un mélange de ces deux corps, soumis aux acides très étendus, passe progressivement à l'état de silice pure, par disparition progressive du calcaire. Le beau travail de Ch. Friedel sur la cacholinisation des silex n'est pas à invoquer ici et c'est ce que suffirait à montrer la composition tout à fait normale des rognons dans l'argile à silex la mieux caractérisée. On trouverait facilement des exemples bien plus singuliers encore, en apparence, de la persistance de matériaux solubles dans des roches qui ont subi incontestablement la perte de certains de leurs éléments : je rappellerai seulement ici le calcaire grossier de Vaugirard qui est criblé de cavités laissées par la dissolution des tests de ses coquilles, au milieu d'une masse générale de calcaire ambiant si complètement respecté qu'on y retrouve tous les détails de l'ornementation délicate des fossiles.

Mais la troisième objection de M. de Grossouvre est plus insoutenable encore et c'est surtout à cause d'elle que je présente ces observations à la Société. Il constate « que l'argile à silex ne constitue pas toujours un terrain superficiel et que souvent elle est recouverte par des roches d'âges divers ».

J'ai étudié beaucoup de cas semblables et ils m'ont paru présenter cet intérêt tout spécial de nous renseigner, contrairement à ce que pensait Constant Prévost, sur le *régime continental* auquel ont été soumises certaines régions avant une submersion ultérieure. Le recouvrement de l'argile à silex par les calcaires lacustres à Sully-sur-Loire et à Romorantin que cite M. de Grossouvre indique un affaissement du sol précédemment continental et son envahissement par les eaux douces, après que l'argile à silex s'était constituée. C'est, sans qu'on y fasse attention jusqu'ici, un ordre nouveau de considérations qui seront fécondes pour la paléogéographie.

RÉVISION DES FORMES EUROPÉENNES

DE LA

FAMILLE DES HYRACOTHÉRIDÉS

par M. Ch. DEPÉRET.

(PLANCHES IV-V)

La famille des Hyracothéridés (Prééquidés) est l'un des groupes les plus intéressants des Imparidigités éocènes, en raison de ses caractères très primitifs et de ses liaisons ancestrales avec la famille des Equidés, affinités qui ont été bien mises en lumière par les beaux travaux de Kowalewsky, de Rütimeyer, de M. Gaudry, de Mme Pavlow, en Europe ; de Marsh, de Cope, de MM. Osborn et Wortman, en Amérique.

A l'occasion d'une étude monographique que j'ai entreprise sur les animaux éocènes de Lissieu (Rhône), j'ai été amené à étudier avec soin les différents types d'Hyracothéridés européens, et à constater qu'il existait dans les travaux des paléontologistes précités, et par voie de conséquence dans le précieux *Traité de paléontologie* de M. le professeur Zittel, des interprétations diverses et parfois inexactes relativement aux caractères et aux limites des genres. Il m'a paru que ces divergences provenaient soit d'une fausse interprétation des types, soit de l'état encore incomplet des documents sur quelques-unes de ces formes animales.

Les conclusions auxquelles je suis arrivé dans cette révision d'ensemble, pour laquelle j'ai utilisé toute une série de pièces nouvelles de l'Éocène moyen et supérieur du Midi de la France, m'ont paru avoir un intérêt assez général pour mériter d'être exposées dans cette Note. J'ai eu surtout en vue les formes européennes du groupe et je ne parlerai qu'à titre de citation rapide des formes américaines que je connais peu personnellement. Je laisserai également de côté la recherche des formes ancestrales de la famille dans l'Éocène le plus inférieur et je ne remonterai pas au-delà de l'*Hyracotherium* de l'argile de Londres, qui est le genre type de la famille.

J'étudierai successivement les genres *Hyracotherium*, *Pachynolophus*, *Propalæotherium* et *Lophiotherium* qui représentent les Hyracothéridés dans l'Éocène de l'Ancien Monde.

Genre HYRACOTHERIUM Owen (*Pliolophus* Owen)

Les limites de ce genre me semblent avoir été singulièrement exagérées. Il faut prendre pour type le crâne incomplet décrit en 1839 par Owen de l'argile de Londres à Herne Bay (Kent) sous le nom d'*Hyracotherium leporinum* [1]. Ce crâne montre la série complète des molaires supérieures, composée de 3 arrière-molaires et de 4 prémolaires. Les points importants de la structure de ces dents sont les suivants : *arrière-molaires* à 6 tubercules *coniques*, les deux intermédiaires bien développés aux deux lobes ; on voit à peine une tendance de ces tubercules intermédiaires à s'aligner sous forme de crêtes transverses ; bourrelet basilaire épais et continu ; absence complète de colonnette médiane (*mesostyle*) sur la muraille externe ; denticule complémentaire de l'angle antéro-externe (*parastyle*) peu développé. *Prémolaires* : $\underline{p^4}$ et $\underline{p^3}$ *triangulaires* à 5 tubercules coniques au lieu de 6, par suite de la disparition du denticule postéro-interne ; $\underline{p^2}$ allongée à une seule pointe médiane ; $\underline{p^1}$ (connue seulement par l'alvéole), séparée de $\underline{p^2}$ par un diastème, et de forme également allongée et étroite.

Un crâne entier du même animal, extrait d'un nodule de l'argile de Londres près Harwich (Essex) a été figuré par Owen en 1858 sous le nom nouveau de *Pliolophus vulpiceps* [2]. D'après les indications données par M. Lydekker (*Catal. Brit. Mus. Mamm.*, part III, p. 11), ce crâne dont le moulage est assez répandu dans les collections européennes, a été brisé par accident, et il n'en subsiste plus qu'un fragment de la mâchoire et de la mandibule gauches. Les beaux dessins et les descriptions d'Owen permettent toutefois de suppléer à cette lacune. Le *Pliolophus* différerait, selon Owen, de l'*Hyracotherium* par quelques particularités de structure des molaires supérieures : les tubercules intermédiaires seraient un peu moins distincts aux arrière-molaires et surtout au lobe postérieur de $\underline{p^4}$; le cingulum basal serait moins continu ; enfin dans *Pliolophus*, $\underline{p^1}$ est en série continue avec les autres prémolaires, alors qu'elle en est séparée par un petit intervalle dans l'*Hyracotherium*. Ces différences sont fort légères et on ne saurait

1. Descript. of the fossil remains of a Mammal and of a Bird of the London Clay. *Transact. geol. Soc. London*, 2e sér., t. VI, p. 203, pl. 21, 1839. — Le même crâne est figuré dans : *A history of british foss. Mammals*, 1846, fig. 419.

2. Descr. of a small lophiodont Mammal from the London Clay. *Quart. Journal geol. Society*, 1857, t. XIV, p. 54, pl. II et III.

leur attribuer une valeur générique ni même probablement spécifique. MM. Flower, Lydekker et Zittel me semblent avoir eu raison en réunissant ces deux formes animales sous le nom d'*Hyracotherium leporinum*.

Ce crâne du *Pliolophus* nous fait connaître en tous cas la structure des *molaires inférieures* qui sont au nombre de sept, dont trois arrière-molaires et quatre prémolaires, la première ou $\overline{p^1}$ étant écartée de $\overline{p^2}$ par un léger intervalle; il est intéressant d'observer que cet intervalle est plus grand du côté droit que du côté gauche de la même mandibule et ce fait vient à l'appui de ce que je disais plus haut au sujet de la faible importance qu'il fallait attacher au plus ou moins d'écartement de la première prémolaire $\overline{p^1}$ dans la série des molaires supérieures.

Les *arrière-molaires* ont quatre denticules distincts disposés en deux paires transverses, les externes avec une tendance crescentoïde, les internes plus coniques; $\overline{m^2}$ possède en outre un petit tubercule intermédiaire au lobe antérieur; $\overline{m^3}$ a un fort talon ou troisième lobe à deux pointes.

Dans la série des quatre prémolaires, $\overline{p^4}$ est semblable à $\overline{m^1}$, mais plus petite; $\overline{p^3}$ est plus étroite en avant à cause de l'atrophie du denticule antéro-interne; $\overline{p^2}$ et $\overline{p^1}$ sont tranchantes, à une seule pointe, comprimée en travers, avec un petit talon plus développé dans $\overline{p^2}$.

Enfin, il faut signaler comme pour les dents de la mâchoire supérieure, l'existence d'un bourrelet basilaire bien accentué qui entoure toutes les dents de la mandibule, mais tend à s'effacer du côté interne.

J'ai fait reproduire (pl. IV, fig. 1) un dessin phototypique de la dentition supérieure de l'*Hyracotherium* d'après un troisième crâne, provenant aussi de l'argile de Londres et décrit par Owen [1]. Le moulage de cette pièce m'a été obligeamment envoyé par M. Smith Woodward du British Museum et montre, dans un état d'usure un peu plus avancé que dans les autres pièces décrites, la forme conique régulière des denticules de l'*Hyracotherium*.

A côté de l'espèce type (*H. leporinum*), Owen a fait connaître dans le même horizon de l'argile de Londres à Kyson (Suffolk), une plus petite espèce qu'il a nommée *Hyracotherium cuniculus* [2].

On ne connaît encore de cette forme que trois arrière-molaires et une prémolaire supérieures isolées. Les molaires ont quatre tuber-

1. *Geol. Magazine*, dec. 1, vol. II, 1865, p. 339, pl. X. fig. 2.
2. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 1re série, t. VIII, p. 1, 1841. — Id. *Brit. foss. Mammals and Birds*, 1846, p. 124, fig. 170-171.

cules principaux coniques reliés au lobe antérieur par une crête légèrement renflée qui représente le tubercule intermédiaire : celui-ci n'est pas visible au lobe postérieur (au moins dans la figure d'Owen) et devait être sans doute extrêmement petit. Le bourrelet basilaire est épais et continu ; il n'existe pas de *mésostyle*. La prémolaire $\underline{p^4}$ est triangulaire à cinq denticules comme dans la grande espèce.

Je ne connais en Europe, en dehors de l'Angleterre, aucune forme animale que l'on puisse rapporter au genre *Hyracotherium*, tel du moins qu'il a été défini ci-dessus avec ses caractères *bunodontes* essentiellement primitifs. Les espèces du calcaire grossier de Paris, d'Egerkingen, du Mauremont qui ont été attribués à ce genre doivent être, sûrement, rapportés à d'autres genres, ainsi que je l'indiquerai plus loin.

On pourrait peut-être avoir quelque hésitation en ce qui concerne les types de l'Éocène inférieur de Ay, près Reims (niveau des sables à Térédines ou Sparnacien supérieur) que le Dr Lemoine a fait connaître [1] sous les noms de *Propachynolophus Gaudryi* et de *Pachynolophus Maldani*.

Les pièces types du *Propachynolophus Gaudryi* (Lemoine, *loc. cit.*, fig. 114-116) que j'ai étudiées au Muséum de Paris [2], consistent en une série de 7 molaires supérieures et en une partie de mandibule portant en place les 3 arrière-molaires et les deux dernières prémolaires. Les molaires supérieures diffèrent de celles de l'*Hyracotherium* par les denticules externes notablement comprimés, l'antérieur à tendance crescentiforme ; $\underline{p^4}$ et $\underline{p^3}$ sont triangulaires à 5 denticules comme dans l'*Hyracotherium*. Dans son ensemble, la série dentaire supérieure est extrêmement voisine de celle du *Pachynolophus* et ne rappelle l'*Hyracotherium* que par le bourrelet basilaire plus épais et plus continu, et par la forme un peu plus carrée des arrière-molaires. Par contre les molaires inférieures ont leurs denticules internes et externes encore bien distincts à chaque lobe et n'ayant qu'une bien faible tendance à se réunir en demi-croissants ; à ce dernier point de vue, le type des environs de Reims est plus voisin de l'*Hyracotherium* que du *Pachynolophus*. Dans l'ensemble, je trouve que les caractères de

1. Etude d'ensemble sur les dents des Mammif. foss. des environs de Reims. *B. S. G. F.*, (3), XIX, 1891. p. 285, fig 109-119.

2. Les figures publiées par le Dr Lemoine ne donnent pas une idée bien exacte des caractères de ces dents dont les denticules ont été trop schématisés en cônes isolés et entourés de plis d'émail secondaires dont l'importance est visiblement exagérée.

Pachynolophus l'emportent sur ceux de *Hyracotherium* dans cette curieuse forme animale, qui constitue véritablement un passage entre ces deux genres et pourrait justifier le nom de *Propachynolophus* imaginé par le Dr Lemoine à titre de section des Pachynolophes.

Le *Pachynolophus Maldani* Lemoine (*loc. cit.* fig. 117, 118) est représenté comme pièce type (coll. Mus. Paris) par un fragment de mandibule portant en place $\overline{m^3}$, $\overline{m^2}$, $\overline{m^1}$ brisée et $\overline{p^4}$ avec un second lobe crescentoïde abaissé et un lobe antérieur à deux pointes. Les denticules externe et interne de chacun des lobes de ces molaires sont réunis par une crête transverse peu sensible, à peu près comme chez le *P. Gaudryi*. La partie antérieure de la mandibule que Lemoine a figurée en série continue avec cette pièce, ne s'y adapte pas, soit parce qu'il manque un fragment de l'os, soit parce qu'elle n'appartient pas au même sujet. Mais il existe dans la collection Lemoine une autre demi-mandibule complète montrant en série continue les 3 arrière-molaires, $\overline{p^4}$ très-usée, $\overline{p^3}$ représentée par les racines et $\overline{p^2}$ par deux alvéoles. Le *P. Maldani* avait donc 6 molaires comme les vrais *Pachynolophus*, alors que le Dr Lemoine attribue au *P. Gaudryi* 7 molaires inférieures sans preuve, je crois, bien évidente.

On peut dire en résumé que ces formes de l'Éocène inférieur de Cuis sont intermédiaires entre l'*Hyracotherium* et le *Pachynolophus*, tout en restant plus voisines de ce dernier genre.

L'Éocène inférieur de l'Amérique du Nord (horizons de Wasatch et de Wind River) contient un grand nombre d'espèces d'Hyracothéridés, dont quelques-unes avaient constitué le genre *Eohippus* de Marsh [1], mais qui ont été ensuite attribués par Cope [2] et par M. Wortman [3] au genre *Hyracotherium* : tels sont les *H. tapirinum* Cope, *H. cristatum* Wortm., *H. craspedotum* Cope, *H. casacciense* Cope (= *Eohippus validus* Marsh sec. Wortman). *H. index* Cope (= *Eohippus pernix* Marsh sec. Wortman). Ces formes, dont M. Wortman a donné d'excellentes figures, présentent en effet un un grand nombre de caractères de l'*Hyracotherium* d'Angleterre, entr'autres un épais bourrelet basilaire continu aux molaires supérieures, et surtout la séparation des deux denticules interne et externe à chaque lobe des molaires inférieures. Je puis noter

1. Marsh. *American Journal of science*, 1876, t. XII, p. 401.
2. Cope. *Eocene Vertebrates New Mexico*, 1875. — Id. *Vertebr. tert. formation of the West.* — Id. *American Naturalist*, 1881, p. 1018.
3. Wortman. Species of Hyracotherium.... *Bull. amer. Mus. nat. History*, t. I, art. VI, 1896.

pourtant, en utilisant les figures de M. Wortman et quelques spécimens originaux qu'a bien voulu m'adresser mon ami M. le professeur Osborn, que ces espèces américaines tendent par quelques points à se différencier du véritable *Hyracotherium* pour se rapprocher des *Pachynolophus* : les denticules des molaires supérieures (par exemple dans *H. index*) sont beaucoup moins en cône régulier que dans l'*Hyracotherium*, les externes sont comprimés en travers, les intermédiaires s'allongent en crêtes transverses reliées aux tubercules internes correspondants ; le denticule supplémentaire de l'angle antéro-externe (parastyle) est aussi fort que dans les *Pachynolophus*. Aux molaires d'en bas, les denticules internes et externes, bien que conservant une certaine individualité, se réunissent cependant l'un à l'autre par une crête transverse indice du futur demi-croissant des *Pachynolophus*. En un mot les espèces américaines précitées me paraissent correspondre à un état d'évolution intermédiaire entre l'*Hyracotherium* et le *Pachynolophus* et réaliser un stade qui n'est pas très éloigné de celui que je signalais un peu plus haut chez le *Propachynolophus Gaudryi* du Dr Lemoine. C'est cet état d'évolution intermédiaire entre l'*Hyracotherium* et le *Pachynolophus* que Marsh avait désigné sous le nom d'*Eohippus*..

Genre Pachynolophus Pomel

C'est à propos de ce genre que me paraissent avoir été faites les confusions les plus fâcheuses, dont la responsabilité appartient surtout à Kowalevsky, ainsi qu'on le verra plus loin.

Le nom de *Pachynolophus* a été créé par Pomel en 1847[1] pour un petit Pachyderme trouvé dans le calcaire grossier de Passy, dans les termes suivants : « Un autre *Lophiodon* de petite taille. « des mêmes couches de calcaire grossier de Passy, montre une « modification remarquable dans l'épaississement de la partie « médiane des collines transverses, qui l'a fait identifier au genre « *Hyracotherium* Owen. Ce *Lophiodon* ne paraît avoir que des « ressemblances éloignées avec ce dernier genre, que M. Owen « décrit et figure comme voisin sous ce rapport du Chœropotame. « ce qui n'est certes pas dans le fossile de Passy, comme j'ai pu « m'en assurer par les communications de M. Duval, qui en pos- « sède une série complète. Si le fossile d'Angleterre est congénère

1. *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, 1847, t. IV. p. 327.

« de celui-ci, ce ne peut au surplus être un animal de la famille « des Cochons, comme le dit M. de Blainville, car son astragale « qui se trouve dans les collections de l'École des Mines, est celui « d'un Imparidigité et d'un vrai *Lophiodon*. Celui de France devra « se nommer *L. Duvalii, et constituer, dans ce genre, avec le « cinquième Lophiodon d'Argenton, une section des Pachyno- « lophus.* » Cette citation montre jusqu'à l'évidence que l'espèce type du genre *Pachynolophus* est le *P. Duvali*.

Les pièces types de cette espèce ont été figurées pour la première fois par Blainville [1] sous le nom d'*Hyracotherium de Passy* : elles consistent en la série des six molaires supérieures isolées les unes des autres, des quatre dernières molaires inférieures également isolées, et en une double branche de mandibule incomplète en arrière, mais montrant des deux côtés la série des six molaires dans un état d'usure assez avancé. P. Gervais a reproduit en 1859 [2] sous le nom exact de *Pachynolophus Duvali* un bon dessin des mêmes pièces où les six molaires d'en haut sont réunies en série continue, et précédées de deux petits alvéoles ayant dû loger une petite première prémolaire $\underline{p^1}$ à deux racines. La branche droite de la mandibule figurée également par Gervais, d'après de Blainville, ne porte que six molaires précédées d'une longue barre qui les sépare d'une petite canine. J'ai recherché au Muséum de Paris les pièces en question que M. le professeur Gaudry a bien voulu me permettre d'étudier et de figurer à nouveau (pl. V, fig. 4-5). Une partie de ces précieuses pièces a dû être égarée, car j'ai pu retrouver seulement trois des molaires supérieures figurées par Blainville et Gervais ; ces molaires sont la dernière $\underline{m^3}$, l'avant-dernière $\underline{m^2}$ et la dernière prémolaire $\underline{p^4}$. Pour la dentition inférieure, j'ai retrouvé les trois dernières molaires du côté droit et une autre du côté gauche très usées ; ces dents paraissent être celles figurées par Blainville à l'état isolé.

Mais si les pièces types du *P. Duvali* ont en partie disparu, je puis heureusement compléter les documents relatifs à la dentition supérieure des *Pachynolophus* grâce à la découverte faite par mon intelligent auxiliaire, M. Laurent Maurette, d'un magnifique crâne entier (pl. V, fig. 1) d'une espèce très voisine du *P. Duvali* dans les grès éocènes du Minervois (Hérault). Je me propose de décrire ce crâne en détail un peu plus tard, et pour le moment je me borne à le figurer par la face palatine avec la série des six molaires en

1. *Ostéographie*, genre *Lophiodon*, pl. II, sous le nom d'*Hyracotherium de Passy*.
2. *Zool. et paléont. françaises*, 2e éd., 1859, p. 126, pl. 17, fig. 1-2.

place du côté gauche, précédées d'un long diastème qui les sépare de la canine, et où l'on ne voit aucune trace de la première prémolaire p^1. Cette absence de p^1 est le seul caractère important qui distingue cette pièce du *P. Duvali* de Paris et j'hésite beaucoup à attribuer à cette différence une valeur spécifique, en raison de la variabilité avec laquelle p^1 persiste ou devient caduque chez beaucoup d'espèces de Pachydermes.

Il devient facile, à l'aide de cet ensemble de documents, de préciser les caractères du genre *Pachynolophus*.

Molaires supérieures au nombre de sept dans le type de Passy (d'après la figure de Gervais), impossible à contrôler aujourd'hui ; au nombre de six seulement dans le crâne du Minervois par suite de l'absence de p^1.

Arrière-molaires supérieures, au nombre de trois, constituées par *deux tubercules externes*, moins franchement coniques que dans *Hyracotherium*, un peu comprimés en travers, mais *comme dans ce dernier*, dépourvus de colonnette médiane (mesostyle) au milieu de la muraille externe ; *deux tubercules intermédiaires* en proportion bien moins gros que dans *Hyracotherium*, et ayant une tendance très nette à s'allonger surtout au lobe postérieur, en crête transverse perpendiculaire à la muraille ; *deux denticules internes* moins coniques que dans *Hyracotherium*, assez fortement comprimés d'avant en arrière. Le bourrelet basilaire est beaucoup moins développé que dans *Hyracotherium*, mais en revanche, il s'épaissit et se relève à l'angle antéro-externe en une pointe supplémentaire (*parastyle* de M. Osborn), rappelant celle des *Lophiodon*, pointe qui est bien moins forte dans *Hyracotherium leporinum*.

Prémolaires supérieures : la dernière p^4 et l'avant-dernière p^3 *de forme triangulaire comme dans Hyracotherium*, formées de cinq denticules, deux externes, *deux intermédiaires extrêmement réduits* (le postérieur à peine sensible), un denticule interne subconique qui correspond à celui du lobe antérieur. Le denticule postéro-interne a disparu, mais le bourrelet basilaire s'épaissit assez fortement à ce niveau, comme pour en remplir la place. p^2 est allongée avec une pointe principale et un talon arrondi postéro-interne. p^1 est à deux racines (dans le type de Passy) et fait défaut dans le crâne du Minervois.

La *dentition inférieure* est encore mal connue : trois *arrière-molaires* constituées chacune par deux demi-croissants comprimés d'avant en arrière, provenant de la fusion des deux tubercules interne et externe des *Hyracotherium* ; extrémités internes de ces demi-croissants formant des piliers épaissis qui marquent la place

des denticules internes; le pilier médian souvent dédoublé à son sommet; $\overline{m}^3$ avec un troisième lobe de forme elliptique.

Trois prémolaires (dans la mandibule de Passy aujourd'hui disparue); $\overline{p}^4$ molariforme à deux demi-croissants, l'antérieur plus étroit; $\overline{p}^3$ et surtout $\overline{p}^2$ avec une pointe antérieure suivie d'un lobe postérieur plus abaissé; $\overline{p}^1$ fait défaut dans la mandibule type.

Les caractères distinctifs des deux genres sont résumés dans le tableau suivant :

Genre **Hyracotherium** (Type : *H. leporinum* Owen)	Genre **Pachynolophus** (Type : *P. Duvali* Pomel)
MACHOIRE SUPÉRIEURE	MACHOIRE SUPÉRIEURE
3 M à six denticules de forme conique, les 2 externes presque régulièrement coniques, les intermédiaires ayant à peine une légère tendance à s'allonger en crête transverse, les internes à peu près coniques.	3 M à six denticules, les externes comprimés en travers, les intermédiaires aplatis en crêtes transverses, les internes subconiques, comprimés d'avant en arrière.
Bourrelet basilaire épais et continu, se relevant à peine à l'angle antéro-externe en un *parastyle* peu accentué.	Bourrelet basilaire très mince, presque effacé du côté interne, mais en revanche relevé à l'angle antéro-externe en un fort *parastyle*, saillant en dehors.
Pas de colonnette médiane (*mesostyle*) sur la muraille.	Pas de *mesostyle*.
4 P, les deux dernières $\underline{p}^4$ et $\underline{p}^3$, triangulaires, à 5 denticules coniques, les intermédiaires assez forts et à peine comprimés.	4 P (ou 3 P suivant les spécimens), *les deux dernières triangulaires à 5 denticules subconiques*, les 2 intermédiaires *très petits*, surtout le postérieur.
$\underline{p}^2$ et $\underline{p}^1$ allongées ; $\underline{p}^1$ parfois séparée de $\underline{p}^2$ par un diastème.	$\overline{p}^2$ allongée; $\overline{p}^1$ présente ou absente, mais toujours rapprochée de $\overline{p}^2$.
MANDIBULE	MANDIBULE
3 M à 4 denticules distincts disposés en deux rangées, les internes coniques, les externes subcrescentiformes; $\overline{m}^3$ avec un fort talon bituberculé.	3 M à deux demi-croissants comprimés en V ; denticules médians internes, rapprochés, mais distincts au sommet; $\underline{m}^3$ avec un talon de forme semi-circulaire.
4 P : $\overline{p}^4$ et $\overline{p}^3$ à 4 denticules; $\overline{p}^2$ et $\overline{p}^1$ avec une pointe élevée et un lobe postérieur plus bas.	*3 P seulement* (mandibule type) : forme mal connue dans le détail.

L'espèce type du genre, le *Pachynolophus Duvali*, est une toute petite espèce : dans la pièce type de Passy, la dernière molaire supérieure mesure 9 millim.; la dernière inférieure 12 millim.;

les trois arrière-molaires inférieures réunies 28 millim. La figure reproduite par P. Gervais donne 43 mill. pour la série des six molaires supérieures ; cette même série mesure 42 mill. dans le crâne du Minervois, $\underline{m}^3$ comptant dans cette longueur pour 9 mill.

Mais à côté de cette petite forme, P. Gervais a fait connaître du calcaire grossier à Cérithes de Gentilly, une espèce un peu plus grande, qu'il a nommée *Pachynolophus Prevosti*[1]. Les pièces types de cette espèce, que j'ai pu étudier au Muséum de Paris et que je reproduis (pl. V, fig. 2), consistent en une arrière-molaire supérieure (vraisemblablement $\underline{m}^2$) mesurant 9 mill. 5 de longueur ; et une moitié de mandibule portant en place la série complète des six molaires mesurant 55 mill., $\underline{m}^3$ étant pour 14 mill. 5 dans cette longueur. Le Muséum de Paris possède en outre de la même localité de Gentilly une série des cinq dernières molaires supérieures droites (pl. V, fig. 3), qui appartiennent, je crois, également au *P. Prevosti*. Le caractère distinctif le plus constant du *P. Prevosti* me paraît être la présence *d'une ébauche de colonnette médiane* entre les deux lobes de la muraille externe ; mais cette colonnette est encore tout-à-fait rudimentaire et ne rappelle que de fort loin le *mesostyle* si développé des genres *Propalæotherium* et *Lophiotherium*. Quant aux prémolaires $\underline{p}^4$ et $\underline{p}^3$, elles sont triangulaires à cinq denticules comme chez le *P. Duvali*.

En dehors du bassin de Paris, les vrais *Pachynolophus* sont assez rares. Rütimeyer a rapporté au *P. Duvali* quelques molaires supérieures du Sidérolithique d'Egerkingen[2] qui peuvent bien en effet appartenir à ce type, mais je pense qu'il faut rapporter au genre *Propalæotherium* les pièces du même gisement[3] qu'il a attribuées au *P. Prevosti* : la muraille de toutes ces molaires supérieures est en effet pourvue d'un fort *mesostyle* qui n'est jamais aussi développé chez les *Pachynolophus*.

J'ai vu au Muséum de Paris, du calcaire éocène d'Argenton (Indre), une seule molaire supérieure et quelques molaires d'en bas pouvant être attribuées au *P. Duvali*. D'autres molaires plus fortes et munies d'une petite colonnette médiane sur la muraille ont été rapportées au *P. Prevosti*. Mais il me paraît certain qu'une partie au moins de ces dents, à côte médiane bien développée, doit être rapportée au *Propalæotherium parvulum* Laur. (5e Lophiodon d'Argenton, Blainville, pl. III).

Enfin Gervais a décrit, des grès éocènes du Minervois (grès de

1. *Zool. et paléont. fr.*, 1859, p. 126, pl. 35, fig. 15-16.
2. *Eoc. Säug. v. Egerkingen*, 1892, pl. II, fig. 12-14.
3. Id., pl. II, fig. 6, 7, 8, 9, 10.

Cesseras) sous le nom de *Pachynolophus cesserasicus* [1] une espèce plus forte que le *P. Prevosti* et particulièrement caractérisée par la forme étroite et très allongée de sa dernière arrière-molaire inférieure.

Quant aux formes de l'Eocène inférieur des environs de Reims (faune agéienne du Dr Lemoine), tels que le *P. Gaudryi* et le *P. Maldani*, j'ai déjà eu l'occasion de dire plus haut (voir genre *Hyracotherium*) que ces formes constituaient à quelques égards une transition entre les *Hyracotherium* et les *Pachynolophus*, tout en restant plus rapprochées de ces derniers.

Je ne vois dans les formes américaines aucune espèce qui puisse rentrer d'une manière exacte dans la définition du genre *Pachynolophus* ; mais ainsi que je l'ai dit plus haut, les animaux de l'étage de Wasatch désignés comme *Hyracotherium* par les paléontologistes américains sont en réalité très peu éloignés des *Pachynolophus* et constituent une sorte d'intermédiaire entre les deux genres.

Les longs détails qui précèdent ne m'ont pas semblé inutiles pour préciser les caractères génériques des *Pachynolophus*, parce que ces caractères ont été méconnus par la plupart des paléontologistes, depuis la publication de l'important mémoire de Kowalevsky sur le développement des Ongulés [2]. Ce savant paléontologiste prend pour type du genre *Pachynolophus* (fig. 8) une série de molaires $\underline{m^2}$ $\underline{m^1}$ $\underline{p^4}$ qui proviennent (d'après le texte et l'explication des planches) du calcaire grossier de Gentilly, près Paris. J'ignore absolument où l'auteur a pu observer cette pièce qui n'existe pas, à ma connaissance, dans les collections du Muséum de Paris. Mais ce qui est bien certain, c'est qu'elle diffère complètement par tous ses caractères de ceux du type du genre *Pachynolophus* (*P. Duvali*) : 1° les arrière-molaires portent au milieu de la muraille externe un *mesostyle* bien développé qui manque aux *Hyracotherium* aussi bien qu'aux *Pachynolophus* ; 2° la dernière prémolaire $\underline{p^4}$ est une dent subrectangulaire à six denticules (les deux internes existent), tandis que dans les deux genres précités, p^4 et p^3 sont triangulaires avec un seul denticule interne. Le prétendu *Pachynolophus* de Kowalevsky n'est donc ni un *Hyracotherium*, ni un *Pachynolophus*, ni même un *Propalæotherium* (dans ce genre, $\underline{p^4}$ est aussi triangulaire à cinq denticules), et si

1. *Zool. et paléont. fr.*, p. 125, pl. 18, fig. 8-8a.
2. Monogr. d. Gattung Anthracotherium und Versuch ein naturl. Classif. d. foss. Hufthiere (*Palæontographica*, t. XXII, 1876, p. 207, pl. VIII).

l'on peut s'en rapporter au dessin de l'auteur, il rentrerait plutôt dans les caractères du genre *Lophiotherium*, tel qu'il sera défini plus loin. Je ne puis m'expliquer l'erreur de Kowalevsky que par quelque substitution d'étiquette dans les collections de l'auteur.

Quoi qu'il en soit, la définition erronée du *Pachynolophus* de Kowalevsky est devenue classique, grâce aux travaux des paléontologistes qui ont suivi cette manière de voir, en particulier de Mme Marie Pavlow, dans son beau travail sur le développement des Equidés [1], de M. Lydekker [2] et surtout de M. le professeur Zittel dans son magistral *Traité de paléontologie* [3]. Partant de la définition du *Pachynolophus* de Kowalevsky [4], c'est-à-dire d'un animal à molaires supérieures pourvues d'un mesostyle et à dernière prémolaire à six denticules, M. Zittel est entraîné par un raisonnement d'ailleurs logique, à exclure des *Pachynolophus* le type même du genre, le *P. Duvali*, à cause de ses molaires sans mesostyle et de sa $\underline{p^4}$ triangulaire à cinq denticules, et à le faire rentrer dans le genre *Hyracotherium*, dont il est en effet assez voisin.

En réalité M. Zittel a groupé dans son genre *Pachynolophus* à la fois des *Pachynolophus* vrais (*P. Gaudryi*, *P. Prevosti*), des *Propalæotherium* (*P. parvulus*), mais sa définition s'applique surtout à des *Lophiotherium* (*Pachynolophus siderolithicus* Pictet). J'ose espérer que les explications qui précèdent pourront apporter quelque lumière dans ces confusions presque inextricables.

Genre PROPALÆOTHERIUM Gervais.

Le genre *Propalæotherium* a été établi en 1849 par Gervais [5] qui a su reconnaître avec sa sagacité habituelle, et malgré la pénurie des matériaux dont il disposait, les véritables affinités de cet animal. L'espèce type est le *Propalæotherium isselanum* (*Palæotherium isselanum* Cuv. Blainv.), et les caractères du genre furent appuyés à l'origine à peu près exclusivement sur l'étude des molaires inférieures. Voici la diagnose donnée par Gervais en 1859 [6] :

1. *Bull. Soc. impér. d. naturalistes de Moscou*, 1888, n° 1, pl. I, fig. 2.
2. *Catal. foss. Mammalia Brit. Mus.*, 1886, part. III, p. 13.
3. *Traité de paléontologie*, t. IV, p. 242, fig. 178-179.
4. M. Zittel reproduit (fig. 178) la figure déjà donnée par Kowalevsky, mais en lui donnant, sans doute par suite d'une erreur d'impression, le nom spécifique de *Pachynolophus Desmaresti* Gervais, qui n'a jamais existé
5. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1849, t. XXIX, p. 383 et 575.
6. *Zool. et paléont. franç.*, 2e éd., 1859, p. 115.

« Nombre total des molaires inconnu. Les supérieures assez sem-
« blables à celles des Lophiodons, les inférieures ayant une dispo-
« sition de leurs croissants intermédiaire à celle des Pachynolophes
« et des Paléothériums, c'est-à-dire que les deux lobes ou collines
« dont la forme est en croissant y sont placés bout à bout ; la
« dernière de ces dents est pourvue d'un troisième lobe portant
« sur la couronne une facette oblongue. » C'est à Rütimeyer [1] et à M. Filhol [2] que nous devons des connaissances plus complètes sur les caractères du genre. J'ai pu réunir moi-même du gisement de Lissieu des séries dentaires complètes d'une petite espèce (*P. parvulum* Laur.) dont je donne des figures photographiques (pl. IV, fig. 2-3).

Le nombre des molaires est de 7, c'est-à-dire qu'il y a, à la mandibule, une prémolaire de plus que dans le *Pachynolophus* ; ce fait est parfaitement établi par la demi-mandibule d'Issel figurée par M. Filhol (*loc. cit.*, pl. XII, fig. 10 et 14) où l'on voit en place les trois arrière-molaires, les trois dernières prémolaires et les deux alvéoles de $\overline{p}^1$ à deux racines.

Les arrière-molaires d'en haut sont à six denticules et ont de grandes ressemblances avec celles des *Pachynolophus*. Elles s'en distinguent néanmoins très aisément au premier coup d'œil par l'existence d'une colonnette médiane (mésostyle) sur la muraille externe, caractère qui fait entièrement défaut chez l'*Hyracotherium* et le *Pachynolophus*. On peut noter en outre certaines nuances dans le degré de compression des denticules, plus prononcé en général dans le *Propalæotherium* : les denticules externes sont plus serrés en travers, les intermédiaires mieux alignés en crêtes transverses, les internes avec une *tendance crescentiforme très accentuée*.

Les *prémolaires supérieures* sont au *même degré d'évolution* que chez *Hyracotherium* et *Pachynolophus* : les trois dernières sont triangulaires à cinq denticules, les deux intermédiaires relativement petits et allant en diminuant de $\underline{p}^4$ vers $\underline{p}^2$. Le *mesostyle* existe encore dans $\underline{p}^4$, est tout-à-fait rudimentaire dans $\underline{p}^3$ et a complètement disparu dans $\underline{p}^2$. $\underline{p}^1$ est de forme allongée avec une pointe principale et un talon postéro-interne.

La *dentition inférieure* ressemble aussi beaucoup à celle des *Pachynolophus* : les arrière-molaires sont formées de deux demi-croissants comprimés en V, dont le postérieur vient se terminer

1. Eoc. Säug. v. Egerkingen, 1891 (*Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XVIII).
2. Vertébrés foss. d'Issel, 1886 (*Mém. Soc. géol. France*, (3), V).

en contre-bas de la muraille du croissant antérieur. Le point de jonction des deux croissants forme un pilier moins épais que dans *Pachynolophus*, mais également dédoublé au sommet. Les denticules internes sont en somme, moins individualisés que dans *Pachynolophus*, de sorte que les molaires se rapprochent davantage de l'aspect des molaires des *Palæotherium*.

Des quatre prémolaires, la dernière $\overline{p^4}$ est molariforme, avec un lobe antérieur un peu plus diminué. Dans $\overline{p^3}$ le lobe postérieur s'abaisse tandis que le demi-croissant antérieur s'élève en une pointe saillante et tend à se dérouler en ligne droite. Dans $\overline{p^2}$ et surtout dans $\overline{p^1}$ il ne reste plus qu'une pointe principale suivie d'un petit talon très abaissé.

Je connais à l'heure actuelle quatre espèces de *Propalæotherium* : le type du genre, *P. isselanum* [1] a été découvert à Issel, mais se retrouve à Argenton, à Egerkingen et à Lissieu. Dans cette espèce $\underline{m^3}$ d'en haut mesure 18 mill. ; $\overline{m^3}$ inférieure à trois lobes mesure 22 mill.

Le *P. argentonicum* [2] Gervais est une forme un peu plus grande, mais bien voisine de la précédente ($\underline{m^3}$ supér. 22 mill. ; $\overline{m^3}$ inférieure, 30 mill.). On l'a trouvée à Argenton, à Lissieu, à Egerkingen et à Buchweiler (Alsace).

Une troisième espèce, beaucoup plus petite que les précédentes a été d'abord signalée par Cuvier à Argenton sous le nom de *cinquième Lophiodon d'Argenton*, puis désignée par Laurillard sous le nom de *Lophiodon parvulum*. C'est la même espèce qui a été retrouvée très abondamment à Egerkingen par Rütimeyer qui lui a donné le nom de *Propalæotherium minutum*. Il faut la désigner sous le nom de *Propalæotherium parvulum* : sa $\underline{m^3}$ supérieure mesure 10 mill. 5 ; $\overline{m^3}$ d'en bas 14 millim. L'espèce se trouve à Argenton, à Issel, à Lissieu et à Egerkingen.

Enfin je me propose de décrire à Lissieu une forme encore beaucoup plus petite ($\overline{m^3}$ inférieure 12 mill.) sous le nom de *Propalæotherium pygmæum*.

Je ne vois dans les types américains aucune forme rentrant exactement dans le genre *Propalæotherium* (molaires avec un mesostyle ; $\underline{p^4}$ et $\underline{p^3}$ triangulaires à 5 denticules). Mais le type des couches de Wind River décrit par Cope sous le nom de *Hyr. venticolum*, espèce dont M. Wortmann a fait le genre *Protoro-*

1. *Palæotherium isselanum* Blainv. *Ostéogr.*, pl. VIII. — *Prop isselanum* Gervais. *Zool. et pal. fr.*, 1859, pl. 29, fig. 5.

2. *Palæotherium medium* (d'Argenton) Blainv. *Ostéogr.*, pl. VIII.

hippus est très rapproché du *Propalæotherium* par ses molaires supérieures avec un rudiment de mesostyle et sa $\underline{p^4}$ triangulaire à cinq denticules ; il se distingue du *Propalæotherium* par sa $\underline{p^3}$ de *forme quadrangulaire à quatre denticules*, l'intermédiaire du deuxième lobe ayant totalement disparu. D'après la figure de M. Wortmann, (*loc. cit.*, fig. 15), il n'y aurait que six molaires à la mâchoire supérieure.

Genre Lophiotherium Gervais

Le *Lophiotherium* est le genre jusqu'ici le moins bien connu de la famille : aussi n'est-il pas étonnant que les paléontologistes d'Europe et d'Amérique aient pris ce nom dans les acceptions les plus diverses. Le genre a été créé par Gervais [1] d'après trois fragments de mandibule provenant de l'Eocène supérieur des environs d'Alais (Gard) ; la plus complète de ces pièces, figurée par l'auteur (figure 10) porte en place les cinq dernières molaires ($\overline{m^3}$ — $\overline{p^3}$) et les alvéoles doubles des deux premières prémolaires ($\overline{p^2}$ — $\overline{p^1}$), ce qui fait en tout sept molaires pour la mâchoire inférieure. Un autre de ces fragments (fig. 11) montre en place les quatre prémolaires, et complète ainsi les données fournies par la figure 10. La diagnose de la dentition inférieure est indiquée par Gervais de la manière suivante : « Sept molaires inférieures ; les « quatre avant-molaires biradiculées, croissantes de la première à « la quatrième qui est déjà très sensiblement tapiroïde ; les trois « arrière-molaires à deux collines subobliques reliées entr'elles par « une crête en diagonale allant du milieu d'une colline au bord « externe de celle qui suit ; la dernière pourvue d'un fort talon « simulant presque un troisième lobe ».

Dans le texte qui suit cette diagnose, Gervais qui avait d'abord par erreur rapproché cet animal des *Dichobune* sous le nom de *D. cervinum*, indique fort bien ici les affinités du *Lophiotherium* avec le groupe des Pachynolophes, dont il diffère par la présence de sept molaires au lieu de six (une prémolaire de plus) et par les denticules internes et externes moins distincts, mieux fondus en crêtes transverses.

Ces observations sont très exactes et très-judicieuses ; mais elles ne pouvaient conduire à une appréciation définitive des affinités du *Lophiotherium*, en l'absence de la dentition supérieure qui nous a fourni pour les autres genres de la famille des Hyracothéridés

1. *Zool. et pal. fr.*, 1859, p. 114, pl. 11, fig. 10-12.

le critérium le plus sûr et le plus précis. Les molaires supérieures du *Lophiotherium* étaient inconnues de Gervais et elles l'étaient restées encore jusqu'ici, comme en témoigne la diagnose du genre dans le *Traité* de M. le professeur Zittel. J'ai eu la bonne fortune en reprenant les fouilles dans les localités du bassin d'Alais d'où provenaient les pièces types (Saint-Hippolyte de Caton) de retrouver le *Lophiotherium* en grande abondance : j'ai pu réunir dans les collections de l'Université de Lyon plus de cinquante demi-mandibules et trente-cinq demi-mâchoires supérieures plus ou moins complètes, qui me permettront de donner une description définitive des caractères de ce curieux genre (pl. IV, fig. 4-6).

Mâchoire supérieure. — On compte trois arrière-molaires et quatre prémolaires. Les arrière-molaires ont six denticules : deux *externes* subconiques légèrement comprimés en travers à peu près comme dans les *Pachynolophus* ; deux *intermédiaires* relativement assez gros et bien distincts, allongés en crêtes perpendiculaires à la muraille, surtout au lobe postérieur; deux *internes* subconiques, un peu comprimés d'avant en arrière à tendance *beaucoup moins crescentoïde* que dans le *Propalæotherium*, et à peu près de la forme de ceux de *Pachynolophus*. Le bourrelet basilaire est assez bien développé quoique mince et il se relève en un fort *mesostyle* entre les deux denticules externes, et en outre à l'angle antéro-externe en un *parastyle* bien moins épais et moins saillant que dans *Pachynolophus* et *Propalæotherium*. Dans leur forme générale, les arrière-molaires du *Lophiotherium* sont moins carrées, plus allongées en travers que dans *Propalæotherium* et surtout que dans *Pachynolophus*. m^3 est moins différente de $\underline{m}^2$ et de $\underline{m}^1$ que dans ces deux derniers genres, où le lobe postérieur de cette dent est moins développé que le lobe antérieur, d'où résulte pour $\underline{m}^1$ une tendance à la forme sub-triangulaire : dans *Lophiotherium*, le lobe postérieur de $\underline{m}^3$ est presque aussi fort que le lobe antérieur.

Les prémolaires du *Lophiotherium* sont surtout intéressantes et présentent une structure très différente de celles des genres précédemment étudiés.

La dernière prémolaire $\underline{p}^4$ est une dent molariforme à six denticules qui ne diffère de $\underline{m}^1$ que par des dimensions un peu plus petites et par le *mesostyle* un peu plus atténué ; elle diffère donc complètement de $\underline{p}^4$ triangulaire à cinq tubercules qui existait dans tous les autres genres de la famille depuis l'*Hyracotherium* jusqu'au *Propalæotherium* inclus.

L'avant-dernière prémolaire $\underline{p}^3$ offre une particularité des plus

curieuses : en général (dix exemplaires sur treize) c'est aussi une dent molariforme à six denticules de la même forme que $\underline{p^4}$ et seulement un peu plus petite. Mais sur quelques sujets du même gisement (qu'il est impossible de ne pas rapporter à la même espèce en raison de l'identité de tous les autres caractères), les deux denticules internes se rapprochent et se soudent l'un à l'autre de sorte que la couronne prend un aspect sub-triangulaire qui rappelle les prémolaires des *Pachynolophus* et des *Propalæotherium*; cependant la trace des deux denticules reste toujours plus ou moins complètement visible soit sous la forme de deux petits cercles d'usure accolés, soit sous celle d'un sillon vertical sur la muraille interne. Il y a chez ces individus comme une tendance atavique rappelant les prémolaires triangulaires des genres ancestraux du *Lophiotherium*.

La deuxième prémolaire $\underline{p^2}$ est triangulaire mais compte néanmoins six denticules : les deux externes très rapprochés, sans mesostyle : les deux intermédiaires tout petits, les deux internes presque entièrement soudés entr'eux en demi-croissant, mais *pourtant encore distincts au sommet.*

La première prémolaire $\underline{p^1}$ est plus allongée et plus triangulaire que $\underline{p^2}$ avec ses deux denticules intermédiaires presque entièrement atrophiés.

Le bourrelet basilaire est en général très mince chez le *Lophiotherium*: il est plus continu dans les arrière-molaires que dans les prémolaires où il disparaît presque du côté interne.

En avant de la série continue des sept molaires, on voit chez le *Lophiotherium* une longue barre (23 millim.) qui les sépare d'une canine assez longue, pointue, aplatie en travers, avec deux bords tranchants en avant et en arrière. Les incisives me sont encore inconnues.

Mandibule. — Il existe comme en haut trois arrière-molaires et quatre prémolaires.

Les arrière-molaires ressemblent presque complètement à celles des *Propalæotherium* : elles sont formées chacune de deux demi-croissants comprimés en forme de V, le point de jonction des deux demi-croissants du côté interne de la couronne s'épaissit en un pilier vertical qui provient visiblement de l'accolement de deux denticules, dont les pointes *restent encore bien distinctes* sous forme d'un dédoublement du pilier interne à son sommet. La dernière $\overline{m^3}$ porte un troisième lobe en demi-cercle, bien développé. Un bourrelet basilaire mince entoure ces dents sauf du côté interne où il est complètement effacé.

Des quatre prémolaires, les deux dernières $\overline{p^4}$ et $\overline{p^3}$ sont tout-à-fait molariformes et ne diffèrent des arrière-molaires que par la forme un peu plus étroite du lobe antérieur, ce qui donne à l'ensemble de la couronne une tendance subtriangulaire. Dans $\overline{p^2}$, cette forme triangulaire est encore plus marquée, par suite de la tendance du demi-croissant antérieur à se prolonger en avant. La première prémolaire $\overline{p^1}$ est une petite dent à deux racines composée d'une pointe triangulaire extérieure, suivie d'un talon bas qui représente le deuxième lobe. Le bourrelet basilaire est plus mince que celui des arrière-molaires, et il est également effacé du côté interne.

En avant de la rangée continue des sept molaires, existe une barre de vingt millim., précédée d'une canine pointue haute de douze millim., de forme moins comprimée en travers qu'à la mâchoire supérieure. Les incisives inférieures me sont encore inconnues.

En résumé la dentition du *Lophiotherium* diffère essentiellement de celle des genres qui l'ont précédé dans l'Eocène inférieur et moyen par ses dernières prémolaires d'en haut et d'en bas tout-à-fait semblables comme structure aux arrière-molaires. Cette dentition *homœodonte* forme un contraste remarquable avec la dentition *hétérodonte* des *Hyracotherium*, des *Pachynolophus*, des *Propalæotherium* et constitue un pas décisif dans le sens de l'évolution du groupe vers la dentition des Equidés.

La comparaison entre les genres *Pachynolophus*, *Propalæotherium* et *Lophiotherium* est résumée dans le tableau suivant :

Pachynolophus	**Propalæotherium**	**Lophiotherium**
(Type : *P. Duvali* Pom)	(Type : *P. isselanum* Bl.)	(T. : *L. cervulum* Gerv.)
Dentition $M\frac{3}{3}\,P\frac{4 \text{ ou } 3}{3}$	$M\frac{3}{3}\,P\frac{4}{4}$	$M\frac{3}{3}\,P\frac{4}{4}$
M supérieures à 6 denticules ; les 2 externes subconiques ; les 2 intermédiaires petits et un peu allongés ; les internes subconiques, un peu comprimés d'avant en arrière.	M supérieures à 6 denticules ; les 2 externes comprimés et allongés, les 2 intermédiaires allongés en crêtes transverses, les 2 internes à tendance *crescentiforme très nette.*	M supérieures allongées en travers à 6 denticules, les 2 externes subconiques, les 2 intermédiaires assez gros et un peu allongés, les 2 internes subconiques, un peu comprimés d'avant en arrière.

Pas de *mesostyle*.	*Mesostyle* bien développé.	*Mesostyle* bien développé.
Parastyle fort et saillant en dehors.	*Parastyle* assez fort et moins saillant dehors.	*Parastyle* très petit et peu saillant.
p^4 et p^3 triangulaires à 5 denticules; p^2 allongée, p^1 présente ou absente suivant les spécimens.	p^4, p^3 et p^2 triangulaires à 5 denticules. p^1 allongée.	p^4 et p^3 molariformes à 6 denticules, les 2 internes parfois soudés dans p^3; p^2 triangulaire, mais avec 2 denticules internes encore distincts. p^1 allongée.
M inférieures à deux demi-croissants; denticules médians internes épaissis et distincts.	M inférieures à deux demi-croissants; denticules médians internes moins épaissis et moins distincts.	M inférieures à deux demi-croissants; denticules médians internes épais et *bien distincts*.
p^4 molariforme; les P antérieures peu connues.	p^4 molariforme, le lobe antérieur plus étroit. p^3 triangulaire en avant, avec lobe postérieur abaissé. p^2 et p^1 à une seule pointe antérieure, suivie d'un talon bas.	p^4 et p^3 molariformes, le lobe antérieur plus étroit. p^2 triangulaire en avant avec lobe postérieur très abaissé. p^1 très petite avec une seule pointe antérieure et un talon bas.

Le type du genre *Lophiotherium* est le *L. cervulum* Gervais [1], petite espèce de l'Eocène supérieur du bassin d'Alais, dont j'ai pu retrouver le gisement, qui m'a fourni, ainsi que je l'ai dit plus haut, toutes les parties encore inconnues de la dentition supérieure. L'espèce se retrouve, je crois, dans les phosphorites du Quercy.

Il faut certainement rapporter au genre *Lophiotherium* l'espèce du Sidérolithique du Mauremont (Vaud), que Pictet a décrite sous le nom de *Hyracotherium siderolithicum* [2] et que M. Zittel a ensuite rapporté à tort au genre *Pachynolophus*. On retrouve dans l'espèce de Pictet tous les caractères du *Lophiotherium :* molaires allongées en travers à six tubercules peu comprimés, avec un *fort mesostyle* et un *parastyle* peu développé ; prémolaires p^4 et p^3 molariformes à six denticules (type homœodonte). L'animal de Mauremont, dont je possède quelques dents isolées, est tellement voisin du *L. cervulum* du Midi de la France qu'il me

1 *Zool. et paléont. franç.*, 2e éd., 1859. p. 114, pl XI, fig. 10-12.

2 Mémoire sur les animaux vertébrés trouvés dans le terrain sidérolithique du canton de Vaud. *Matériaux pour la paléont. suisse*, 1re sér., 1855-59, p. 53, pl. IV, fig. 1 4.

paraît même difficile de l'en séparer spécifiquement; peut-être la forme des molaires dans l'espèce suisse est-elle encore plus transverse que dans le type du bassin d'Alais, et les bourrelets basilaires encore plus effacés.

En revanche, je crois qu'il faut écarter du genre *Lophiotherium* toutes les molaires inférieures du Sidérolithique d'Egerkingen (Eocène moyen) que Rütimeyer[1] a attribuées à ce genre sous les noms de *Lophiotherium cervulum* et de *L. elegans*. Ces dents me paraissent appartenir au *Propalæotherium minutum* à divers stades de leur sortie des alvéoles. J'ajouterai que la même conclusion me semble s'imposer pour toutes les molaires d'en haut et d'en bas que le même paléontologiste a rapportées à l'*Hyracotherium siderolithicum* de Pictet dans le gisement d'Egerkingen[2] : la figure 18 de la planche II en particulier montre une prémolaire supérieure à cinq denticules tout à fait étrangère au genre *Lophiotherium* et qui me paraît identique à $\underline{p^4}$ du *Propalæotherium minutum*.

D'après ces observations, il n'existerait trace du genre *Lophiotherium* ni à Egerkingen, ni dans aucun autre gisement de l'Eocène moyen et ce genre serait exclusivement propre aux dépôts de l'Eocène supérieur (Alais, Mauremont, Phosphorites du Quercy).

En Amérique, le type de l'étage de Bridger (*Orohippus cuspidatus* Cope)[3] et surtout les espèces de l'étage d'Uinta dont Marsh a fait le genre *Epihippus*[4] (*Epihippus uintensis*, *gracilis* et *agilis* Marsh) avec leurs dernières prémolaires $\underline{p^4}$ et $\underline{p^3}$ molariformes (quadrangulaires à six denticules) représentent un stade d'évolution au moins extrêmement rapproché du *Lophiotherium*, si même ils ne doivent pas lui être réunis. Il est intéressant de remarquer que l'étage d'Uinta correspond comme niveau à l'Eocène supérieur d'Europe, c'est-à-dire à l'horizon exact du *Lophiotherium*.

Résumé et conclusions

Le type le plus primitif de la famille est sans conteste l'*Hyracotherium* de l'argile de Londres (Eocène inférieur) avec ses arrière-molaires supérieures à six denticules coniques (type *buno-*

1. *Eocene Saugeth. v. Egerkingen*, 1892, pl. III, fig. 13-16.
2. Id., pl. II, fig. 17, 18, 19 et pl. III, fig. 17.
3. Cope. Wheeler Survey Report, p. 267, pl. LXV, fig. 18. — Wortman, *loc. cit.*, p. 108, fig. 18.
4. Marsh. *Amer. Journ.*, 1871-75. — Scott. *Mamm. Uinter formation*, 1889.

donte), entourées d'un épais bourrelet basilaire, sans *mesostyle*, et avec *parastyle* peu développé. La dentition supérieure est essentiellement *hétérodonte*, les dernières prémolaires étant triangulaires à cinq denticules. La dentition inférieure est également d'un type primitif, chaque molaire étant formée de deux paires transverses de denticules distincts non reliés en deux demi-croissants comme cela aura lieu dans les formes plus évoluées. De ces quatre denticules, les deux internes sont restés coniques *(bunodontes)* tandis que les deux externes ont une tendance crescentiforme *(sélénodonte)* déjà très apparente. Les prémolaires inférieures se distinguent des arrière-molaires par la réduction et l'abaissement de leur lobe postérieur, de plus en plus accentués d'arrière en avant. Ce genre que l'on doit considérer comme la forme la plus archaïque du groupe est tout à fait spécial à l'Éocène inférieur du bassin de Londres.

Le passage de l'*Hyracotherium* au *Pachynolophus* de l'Eocène moyen se fait par l'intermédiaire des intéressantes espèces de l'Eocène inférieur d'Ay, près Reims, décrites par le Dr Lemoine sous les noms de *Propachynolophus Gaudryi* et de *Pachynolophus Maldani*. Dans la première de ces deux formes tout spécialement, on retrouve encore plusieurs caractères importants de l'*Hyracotherium*, tels que la forme presque carrée, à peine transverse des arrière-molaires supérieures entourées aussi d'un large bourrelet basilaire ; et la séparation des deux denticules de chaque lobe aux molaires d'en bas. Mais déjà les denticules des molaires supérieures ne sont plus aussi nettement *bunodontes :* les externes s'aplatissent un peu en travers; les intermédiaires et les internes s'allongent et tendent à se souder en deux crêtes perpendiculaires à la muraille. Les denticules des molaires d'en bas, quoique distincts, montrent aussi une tendance à se souder en crêtes transverses et la forme *sélénodonte* des denticules externes y est plus accentuée que dans l'*Hyracotherium*.

Il me paraît que les nombreuses espèces de l'étage de Wasatch en Amérique, que Marsh désignait sous le nom de *Eohippus* et que les paléontologistes américains rapportent aujourd'hui d'ordinaire au genre *Hyracotherium*, sont en réalité dans un stade d'évolution tout à fait comparable aux espèces de Reims, c'est-à-dire intermédiaire entre l'*Hyracotherium* et les vrais *Pachynolophus*, mais bien plus voisin de ce dernier.

Ces formes de l'Eocène inférieur d'Europe et d'Amérique nous amènent aisément au *Pachynolophus* Pomel, genre qui a été mal interprété depuis l'important travail de Kowalevsky. Le type est

le *P. Duvali* Pomel du Lutétien supérieur de Passy : c'est, comme l'*Hyracotherium*, un type *hétérodonte* avec arrière-molaires d'en haut quadrangulaires à six denticules et dernières prémolaires ($\underline{p}^4$ et $\underline{p}^3$) triangulaires à cinq denticules ; il ressemble aussi à l'*Hyracotherium* par l'absence de *mesostyle* sur la muraille externe. Mais il s'écarte de ce dernier genre par d'autres caractères : aux molaires d'en haut, les denticules ne sont plus aussi *bunodontes*, les externes sont aplatis en travers, les intermédiaires et les internes comprimés et allongés en deux crêtes transverses ; le *parastyle* a augmenté d'importance, mais en revanche le bourrelet basilaire s'atténue et s'efface même du côté interne. A la mandibule, il y a soudure complète entre le denticule interne et externe de chaque lobe et formation de deux demi-croissants (type *sélénodonte*) pour chaque molaire.

Entre le *Pachynolophus* type et son contemporain le *Propalæotherium*, il existe quelques intermédiaires. Chez le *Pachynolophus Prevosti* Gervais du Lutétien supérieur de Gentilly, espèce un peu plus grande que le *P. Duvali*, on peut constater déjà une ébauche de colonnette médiane (mesostyle) entre les deux lobes de la muraille des molaires supérieures. Cette même colonnette est un peu plus accentuée encore dans une espèce américaine de l'étage de Wind River (Lutétien) que M. Wortman a désignée sous le nom de *Protorohippus venticolus* sp. Cope ; on peut noter en outre chez ce dernier la tendance crescentiforme des denticules internes aux molaires supérieures, caractère que nous retrouverons chez le *Propalæotherium*. Je serais même tenté de réunir la forme américaine à ce dernier genre, n'était la structure toute spéciale de l'avant-dernière prémolaire $\underline{p}^3$ quadrangulaire allongée à quatre denticules, par suite du déplacement en dedans et de l'importance plus grande du denticule intermédiaire antérieur.

Le *Propalæotherium* Gervais (type *P. isselanum* Blainv.) de l'étage Lutétien, est assez voisin du *Pachynolophus* pour que d'éminents paléontologistes aient proposé de réunir les deux genres. Il se distingue dans l'ensemble par un degré plus avancé de spécialisation vers le groupe *paléothérien :* le fût des molaires supérieures est un peu plus élevé, la muraille plus plate et plus inclinée en dedans ; le *mesostyle* est devenu très fort et annonce la côte médiane des *Paloplotherium* et des *Palæotherium*. En même temps les denticules se modifient : les externes se compriment et s'allongent en demi-croissants qui évoluent vers le type sélénodonte du groupe *paléothérien;* les internes qui étaient seulement allongés dans le *Pachynolophus*, tendent visiblement

vers une structure crescentiforme. De même à la mandibule les deux demi-croissants de chaque molaire sont mieux dessinés, mieux soudés bout à bout l'un à l'autre, au point qu'il est parfois véritablement difficile de distinguer ces molaires de celles d'un *Paloplotherium*. Néanmoins les prémolaires supérieures sont toujours *hétérodontes* (triangulaires à cinq denticules) et ne se distinguent de celles du *Pachynolophus* que par un épaississement plus fort du bourrelet basilaire sur le bord postéro-interne, d'où résulte pour la couronne une forme générale plus arrondie en dedans, plus semblable à celle des *Paloplotherium :* Il me paraît certain que le *Propalæotherium* représente, comme l'a si bien pressenti Gervais, le type ancestral du rameau *paléotherien*, destiné à s'éteindre au début de l'Oligocène sans laisser de descendant.

Revenant en arrière vers le *Pachynolophus*, type aux denticules assez primitifs et encore peu éloignés du type bunodonte, nous devons rattacher directement à ce genre une série de formes de l'Eocène supérieur d'Europe et d'Amérique qui vont se distinguer nettement de tous les types antérieurs par la modification de leurs prémolaires qui deviennent progressivement molariformes en marchant de la dernière vers les plus antérieures (types *homœdontes) ;* ces formes ont reçu en Amérique les noms d'*Orohippus* et de *Epihippus* Marsh ; en Europe de *Lophiotherium*.

Ce dernier, le seul dont je m'occuperai ici, diffère du *Pachynolophus*, en outre de ses prémolaires $\underline{p^4}$ et $\underline{p^3}$ molariformes à six denticules par ses arrière-molaires de forme plus transverse, ce qui tient en partie à la petitesse du *parastyle*, et par la présence d'un fort *mesostyle*. Mais malgré l'évolution *homœodonte* de la série dentaire supérieure et inférieure (qui indique une affinité très réelle avec le groupe des Equidés) il importe d'observer que cette transformation n'est pas accompagnée d'une évolution concomitante dans la forme des denticules ; ceux-ci sont encore remarquablement primitifs, les externes à peine comprimés en travers, les intermédiaires assez gros et peu allongés, les internes nullement crescentiformes. Le degré d'évolution des denticules dans le sens *sélénodonte* n'est pas plus avancé que dans le *Pachynolophus* et l'est beaucoup moins assurément que dans *Propalæotherium*. C'est cet état primitif des denticules qui avait sans doute conduit Pictet à faire du *Lophiotherium siderolithicum* une espèce du genre *Hyracotherium* dont il diffère radicalement par la structure des prémolaires.

De ces faits on peut conclure que le *Lophiotherium* représente le type terminal d'un rameau éteint, et ne saurait être considéré,

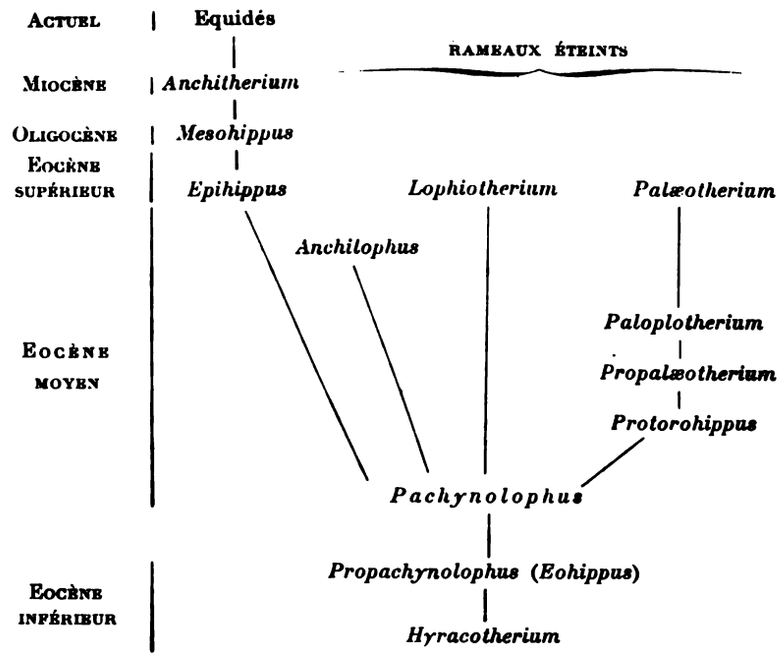
pas plus que le *Palæotherium*, comme l'un des chaînons par lequel a passé l'évolution directe du groupe des Equidés. Cette évolution paraît plutôt devoir être reconstituée, ainsi que Marsh l'a indiqué depuis longtemps, par l'intermédiaire de l'*Epihippus* et du *Mesohippus* américains.

La distribution géologique comparée des divers types de la famille des Hyracothéridés en Europe et dans l'Amérique du Nord se trouve résumée dans le tableau suivant :

	Europe	Amérique du Nord	Étages
Eocène supérieur	*Lophiotherium* Gerv.	*Epihippus* Marsh. *Orohippus* Marsh.	Uinter Bridger
Eocène Moyen	*Propalæotherium* Gerv. *Pachynolophus* Pomel.	*Protorohippus* Wortm.	Wind-River
Eocène inférieur	*Propachynolophus* Lem. *Hyracotherium* Ow.	*Eohippus* Marsh.	Wasatch

Il est remarquable que l'évolution du groupe est sensiblement parallèle, mais non tout-à-fait identique dans les deux mondes. Les types américains viennent fréquemment s'intercaler entre les types génériques européens, de manière à graduer encore mieux les transitions insensibles entre tous ces animaux : ainsi l'*Eohippus* de Marsh vient combler l'intervalle entre l'*Hyracotherium* et le *Pachynolophus* ; le *Protorohippus* de M. Wortman n'est qu'un *Propalæotherium* à caractères encore peu accentués ; l'*Orohippus* montre le passage des types *hétérodontes* de l'Eocène inférieur et moyen aux types *homœodontes* de l'Eocène supérieur d'Europe *(Lophiotherium)* et d'Amérique *(Epihippus)*. La série combinée des deux continents est l'une des plus continues que l'on puisse reconnaître dans le monde des Ongulés tertiaires.

Quant à l'évolution générale du groupe, et bien qu'il soit nécessaire d'être très prudent en ce qui concerne l'indication des filiations directes, je suis disposé *dans l'état actuel de nos connaissances* à la concevoir de la manière suivante :



EXPLICATION DES PLANCHES IV ET V

PLANCHE IV

Fig. 1. – *Hyracotherium leporinum* Owen. D'après un moulage du crâne provenant de l'argile de Londres à Herne-Bay, figuré par Owen (*Geol. Mag.*, 1865, pl. X, fig. 2) et conservé au British Museum.

Palais montrant à gauche les 3 M, p^4, p^3 et les deux alvéoles de p^2 ; à droite m^3, m^1, p^4, p^3 et p^2.

Figure grossie d'un cinquième. Longueur réelle des 3 M, 0,024 ; des trois dernières prémolaires, 0,020.

Fig. 2. — *Propalæotherium parvulum* Laurillard sp. Sidérolithique Eocène de Lissieu (Rhône).

Série des molaires supérieures gauches (3 M, 4 P) formée à l'aide de dents trouvées isolément.

Figure grossie d'environ un quart. Longueur réelle des sept molaires, 0,058.

Fig. 3. — *Propalæotherium parvulum* Laur. sp. Sidérolithique. Eocène de Lissieu.

Série des molaires inférieures (3 M, 4 P) du même animal et du même gisement.

Figure grossie d'un quart. Longueur réelle, 0,066.

Fig. 4. — *Lophiotherium cervulum* Gervais. Eocène supérieur de Saint-Hippolyte-de-Caton (Gard).

Partie de maxillaire montrant les 3 M et les deux dernières P (p^4, p^3). Dans cet individu, p^4 est molariforme, mais p^3 n'a qu'un seul denticule interne formé par la soudure des deux denticules normaux.

Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des six molaires, 0,043.

Fig. 5. — *Lophiotherium cervulum* Gervais. Même gisement. Maxillaire droit avec la série des sept molaires (3 M, 4 P) séparées de la canine par une longue barre.

Dans ce spécimen p^2 est (comme p^4 et p^3) molariforme, avec deux denticules internes étroitement accolés ; p^1 allongé montre aussi deux denticules internes.

Figure grossie d'environ un quart. Longueur réelle des sept molaires, 0,046.

Fig. 6. — *Lophiotherium cervulum* Gerv. Même gisement.

Branche droite de mandibule avec la série des sept molaires (3 M, 4 P) ; p^2 est submolariforme.

Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des sept molaires, 0,044.

Planche V

Fig. 1. — *Pachynolophus Duvali* Pomel. Crâne provenant des grès éocènes du Minervois (Hérault).

La pièce montre à gauche la série des six molaires (3 M, 3 P) ; il n'y a pas de p^1 ; à droite m^3 et m^2 ; la canine est séparée de p^2 par une longue barre.

Figure légèrement grossie. Longueur réelle du crâne du bord incisif au bord postérieur du trou occipital. 0,13 ; longueur de la série des six molaires, 0,042.

Fig. 2. — *Pachynolophus Prevosti* Gervais. Calcaire grossier supérieur de Nanterre : Type de l'espèce, figuré par Gervais (*Zool. et paléont. franç.*, pl. 35, fig 16). (Coll. Mus. Paris)

Arrière-molaire supérieure probablement m^2.

Figure grossie d'un quart. Dimensions réelles : longueur, 0,009 ; largeur en avant, 0,011.

Fig. 3. — *Pachynolophus Prevosti* Gervais. Calcaire grossier supérieur de Gentilly (Coll. Mus. Paris)

Maxillaire supérieur gauche avec les 3 M et les deux dernières P (p^1 et p^2).

Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des cinq molaires, 0,043.

Fig. 4. — *Pachynolophus Duvali* Pomel. Calcaire grossier supérieur de Passy (Coll. Mus. Paris). Type du genre et de l'espèce.

Trois dents isolées, les seules actuellement existantes de la série des six molaires figurées par Blainville et Gervais (*Zool. et paléont. fr.*, pl 17, fig. 1) et qui sont le type du genre *Pachynolophus* Pomel.

Les figures représentent deux arrière-molaires, l'une droite, l'autre gauche (m^3 probablement) et la dernière prémolaire p^4.

Figure grossie d'un quart. Dimensions réelles de m^3 : longueur, 0.008 ; largeur en avant, 0,010.

Fig. 5. — *Pachynolophus Duvali* Pomel. Calcaire grossier supérieur de Passy (Coll. Mus. Paris). L'un des TYPES DU GENRE ET DE L'ESPÈCE.

Trois arrière-molaires inférieures droites séparées, me paraissant être les mêmes que celles figurées par Blainville sous le nom d'*Hyracotherium* de Passy (*Ostéogr.*, g. *Lophiodon*, pl. II).

Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des trois molaires, 0,0285.

SUR
L'EXISTENCE DU DÉVONIEN MOYEN DANS L'ILLE-ET-VILAINE

par M. **P. LEBESCONTE**

Dans la séance de la Société géologique de France du 3 décembre 1900, M. Kerforne me conteste la priorité du niveau à *Phacops Potieri* dans l'Ille-et-Vilaine. J'ai d'autant lieu de m'étonner que nous sommes tous deux d'accord pour rapporter cette priorité à Marie Rouault, le géologue breton. C'est lui en effet qui, en 1853, a découvert à Gahard (Ille-et-Vilaine), ce niveau que M. Kerforne a aperçu en 1898 au musée géologique de Rennes.

C'est aussi M. Barrois qui, *le premier* en 1894, a trouvé le même niveau avec *Goniatites* à Izé (Ille-et-Vilaine). Ma communication [1] à la Société avait pour but de signaler la découverte que j'avais faite sur plusieurs points de Gahard et de Saint-Aubin-d'Aubigné de l'étage à *Anarcestes lateseptatus* Beyr., représenté par une douzaine d'échantillons de cette Goniatite avec *Phacops Potieri* et la série la plus belle et la mieux conservée de fossiles. L'importance des niveaux pélagiques à Céphalopodes pour le classement des étages m'a paru suffisante pour motiver cette note. Le faciès pélagique qui y est décrit est parallèle aux calcaires à *Phacops Potieri* de Sablé, décrits par M. Œhlert [2].

1. LEBESCONTE. Sur l'existence du Dévonien moyen dans l'Ille-et-Vilaine. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900.
2. ŒHLERT. *C.-R. Ac. Sc.*, 21 février 1887.

Séance du 18 Mars 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce une nouvelle présentation.

M. **Field**, de Zurich (Suisse), donne quelques renseignements sur les travaux du *Concilium Bibliographicum*, institution bibliographique fondée avec l'appui du gouvernement suisse, à la suite d'un vote du Congrès international de zoologie.

Le but de cette œuvre est de créer un centre unique et international pour recueillir la bibliographie courante de certaines sciences et de donner des renseignements aux savants. On veut même substituer entièrement aux recherches bibliographiques personnelles, toujours longues et laborieuses, une organisation bibliographique collective et permanente. Pour prendre l'exemple de la paléontologie, chaque travail qui arrive au Concilium est dépouillé avec beaucoup de soin pour être enregistré sur plusieurs fiches selon les matières traitées. Ainsi, un travail récent de M. Traquair sur les Poissons carbonifères du Comté de Fife (Ecosse) a donné lieu à quatre fiches imprimées, savoir : l'indication du travail dans le catalogue par nom d'auteur ; une seconde fiche sous la rubrique Poissons ; une troisième sous la rubrique Carbonifère, et une quatrième au Comté de Fife, dans la partie géographique. Le Concilium possède, en outre, un catalogue manuscrit dans lequel on enregistre tous les espèces et genres nouveaux. L'ouvrage de M. Traquair donne la description de quatre espèces nouvelles et de deux nouveaux genres : *Cœlacanthopsis* et *Eucentrurus*. Il faudrait par conséquent établir six fiches manuscrites supplémentaires pour bien indexer ce travail. Toute personne peut faire venir l'ensemble des fiches sur la paléontologie ou sur n'importe quelle question, comme : Faune de la Haute-Garonne, Faune éocénique, ou bien fiches sur les Hippurites, les Trilobites ou n'importe quel autre groupe du règne animal.

En terminant, M. Field fait appel aux paléontologistes pour qu'ils envoient leurs publications au siège central [Concilium Bibliographicum, Zurich V^e^ (Suisse)] afin de faciliter les travaux de dépouillement.

M. **A. Toucas** présente la deuxième partie de sa note *Sur l'évolution des Hippurites.*

DEUXIÈME BRANCHE. — HIPPURITES A PORES POLYGONAUX.

Ce n'est que dans l'Angoumien supérieur, avec l'*Hippurites Grossouvrei* Douvillé, que l'on voit apparaître la première forme à pores franchement polygonaux. Cette deuxième branche n'aurait donc pas eu de représentant dans l'Angoumien moyen, au moment de l'apparition des premiers Hippurites. Il en résulte que l'origine probable des pores serait plutôt la forme linéaire, avec l'*Hippurites Requieni* Matheron, comme type ancestral. L'*Hippurites resectus* Defrance, avec ses pores arrondis et linéaires, se rapproche en effet beaucoup plus des Hippurites à pores linéaires que des Hippurites à pores polygonaux et peut être considéré comme une variété de l'*Hipp. Requieni*, à valve supérieure pustuleuse et à valve inférieure fortement costulée.

Dans cette hypothèse, les pores, rétrécis à l'origine, se seraient élargis peu à peu de manière à former en premier lieu les pores réticulés, qui se seraient eux-mêmes transformés plus tard en pores polygonaux par suite de la disparition des denticules.

Ainsi s'expliqueraient la présence simultanée des *Hippurites Requieni* et *Hipp. resectus* dans les bancs les plus anciens de l'Angoumien moyen, la brusque apparition dans ces mêmes couches des premières formes à pores réticulés, avec leurs pores, encore très petits et un peu allongés, et enfin l'arrivée plus tardive dans l'Angoumien supérieur des formes à pores franchement polygonaux.

La deuxième branche des Hippurites à pores polygonaux a formé trois groupes ayant apparu successivement :

1° Groupe de l'*Hipp. sulcatus* Defrance;
2° — l'*Hipp. Toucasi* d'Orbigny;
3° — l'*Hipp. variabilis* Munier-Chalmas.

Ces trois groupes ont naturellement pour type primitif l'*Hipp. Grossouvrei*, avec arête cardinale tronquée et les deux piliers rétrécis à la base, caractères distinctifs des formes primitives du groupe de l'*Hipp. giganteus*, ce qui ferait supposer que les Hippurites à pores polygonaux ont pour origine l'*Hipp. inferus* ou l'*Hipp. giganteus*, forme ancienne.

Le groupe de l'*Hipp. sulcatus* se distingue des deux autres par son arête cardinale constamment très saillante et le plus souvent lamelliforme, surtout dans le sous-groupe de l'*Hipp. cornuvaccinum* (formes spéciales à la Province orientale); en outre, la troncature de l'arête cardinale subsiste jusque dans les formes les plus

récentes. Dans ce groupe, l'évolution est moins accentuée, elle se fait plutôt dans le sens du développement de l'arête cardinale, tandis que dans les deux autres groupes l'arête cardinale, toujours triangulaire, perd assez rapidement sa troncature et s'atrophie peu à peu, au point de ne présenter d'abord plus qu'un simple bourrelet et disparaît même dans les formes les plus récentes.

Dans le groupe de l'*Hipp. variabilis*, les pores sont encore plus simples et toujours disposés en rangées régulières ; les piliers sont très peu développés et sensiblement égaux.

Le premier groupe comprend dans l'ordre de l'évolution :

Hipp. Grossouvrei, dans l'Angoumien supérieur.
— *Gaudryi* Mun.-Chalmas,
— *cornuvaccinum* Bronn.,
— *Chaperi* Douvillé,
} dans le Coniacien et probablement le Santonien.
— *sulcatus* Defrance,
— *Chalmasi* Douvillé,
} dans le Santonien supérieur et le Campanien inférieur.
— *Archiaci* Mun.-Chalmas, dans le Campanien.

Dans les environs de Gosau, l'*Hipp. Grossouvrei* paraît être remplacé par une variété à arête cardinale moins saillante, que M. Douvillé a désignée sous le nom d'*Hipp. præsulcatus*.

L'*Hipp. Chaperi* est la seule forme de ce groupe à arête cardinale arrondie.

Le deuxième groupe n'a apparu qu'au commencement du Coniacien ; on y distingue :

Hipp. sp. nov., forme ancienne de l'*Hipp. Toucasi* d'Orb.
— sp. nov., forme ancienne de l'*Hipp. Carezi* Douvillé
} dans le Coniacien.
— *Toucasi* d'Orb.,
— *Carezi* Douv.,
} dans le Santonien.
— *sulcatissimus* Douv., dans le Campanien inférieur.
— *sulcatoides* Douv., dans le Campanien moyen.

Le troisième groupe commence seulement dans le Santonien et comprend :

Hipp. Maestrei Vidal,
— *Peroni* Douvillé,
} dans le Santonien.
— *variabilis* Mun.-Chalmas,
— *colliciatus* Woodward,
} dans le Campanien.
— *Lapeirousei* Goldf.,
— *cornucopiæ* Defrance,
} dans le Maestrichtien.
— *Castroi* Vidal, dans le Danien.

NOTICE SUR LE NOUVEAU CLASSEMENT DE LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

La Bibliothèque de la Société comprend trois catégories de publications, classées séparément : 1° Les *Ouvrages* complets, brochures et tirages à part ; 2° Les *Périodiques*, Revues et Collections ; 3° Les *Cartes*, coupes et planches diverses.

Chaque volume, brochure ou carte séparée, est pourvu d'une cote numérique qui permet de retrouver immédiatement sa place sur les rayons. En conséquence, lorsqu'on cherche un document, la première chose à faire est de consulter le Catalogue sur fiches, établi : 1° pour les Ouvrages, par ordre alphabétique des noms d'auteurs; 2° pour les Recueils, par ordre alphabétique des pays de publication, et, dans chaque pays, par ordre alphabétique des titres ; 3° pour les Cartes, par ordre géographique-alphabétique. Ce Catalogue est contenu dans un meuble spécial, placé au milieu de la salle de lecture, en entrant, à gauche. Chaque fiche renvoie à un numéro, qui est reproduit sur une pastille collée au dos du volume correspondant (au-dessus du titre, pour les brochures), ou, s'il s'agit d'une carte, inscrit sur ce document.

1° Les Ouvrages, brochures ou tirages à part sont groupés en quatre formats, ayant chacun une numérotation distincte :

Petit format : jusqu'à 0 m. 25 (in-32, in-18, in-12, petit in-8°) ;
Moyen format : de 0 m. 25 à 0 m. 35 (gr. in-8°, in-4°) ;
Grand format : de 0 m. 35 à 0 m. 50 (in-folio) ;
Très grand format : au-dessus de 0 m. 50 (gr. in-folio, in-plano).

On n'a pas cherché à faire un classement, soit par ordre méthodique, soit par ordre alphabétique des noms d'auteurs, dispositions qui entraînent d'incessants remaniements. Toutefois, afin de modifier le moins possible l'état de choses qui existait précédemment, les volumes ont été placés sur les rayons à peu près dans l'ordre où ils se trouvaient rue des Grands-Augustins ; les nouveaux sont simplement mis à la suite, au fur et à mesure de leur arrivée.

Les divisions numériques ont été établies de manière à permettre d'intercaler au Catalogue les accroissements futurs de la Biblio-

thèque, pendant un grand nombre d'années, sans modifier le numérotage actuel, savoir :

Pour le très grand format :	de	1 à 1.000 :	
— grand —	de	1.001 à 20.000 :	
— moyen —	de	20.001 à 60.000 ;	
— petit —	de	60.001 à	

Au 31 décembre 1900, ces quatre groupes d'Ouvrages étaient représentés par les numéros suivants :

Très grand format :	1 à 43,	soit	43	Ouvrages.
Grand —	1.001 à 1.125,	—	125	—
Moyen —	20.001 à 22.387,	—	2.387	—
Petit —	60.001 à 67.337,	—	7.337	—
	Total.		9.892	—

Le placement des Ouvrages sur les rayons est fait par travée, de gauche à droite, et en partant d'en bas, pour qu'on n'ait à déplacer le moins possible les livres lourds ou encombrants. Il n'y a qu'un seul rang de volumes. Au milieu de chaque travée est placée une pancarte, portant les numéros extrêmes des ouvrages qui y sont déposés. Les brochures, dans le numérotage, ne sont pas séparées des volumes ; toutefois, elles ont été réunies sur les rayons par groupes, et placées dans des cartons dont le dos porte les numéros correspondants.

2° Les Périodiques, Revues et Collections sont groupés, comme les Ouvrages, d'après le format ; les divisions numériques sont les mêmes, mais la cote est précédée de la lettre P.

Actuellement, le très grand format n'est pas représenté ; il reste, pour les trois autres catégories :

Grand format :	P 1.001 à P 1.005	=	5	Recueils.
Moyen —	P 20.001 à P 20.138	=	138	—
Petit —	P 60.001 à P 60.570	=	570	—
	Total.		713	—

Chaque numéro, correspondant à un périodique donné, s'applique souvent à un grand nombre de volumes, dont la tomaison ou la date permettent de trouver facilement la place.

En principe, le rangement des volumes sur les rayons a été fait par ordre géographique (pays de publication), c'est-à-dire, en somme, par langues, comme dans l'ancien local. Toutefois, la totalité des Périodiques n'ayant pu trouver place dans la grande salle dite pentagonale (à gauche du corridor d'entrée), — salle qui sert en même temps de magasin pour les publications mises en

vente par la Société, — un certain nombre de Recueils français, anglais et allemands, choisis parmi ceux qui sont le plus fréquemment consultés, ont été reportés dans la salle de lecture, où ils occupent les rayons placés soit dans les intervalles et au-dessus des fenêtres, soit aux murs de droite et de gauche (petits côtés de la salle). Pour les collections dont l'origine est très ancienne, on s'est contenté de déplacer les volumes qui correspondent aux vingt dernières années. Cette disposition est provisoire ; on peut espérer qu'elle sera modifiée dans un avenir plus ou moins long. En attendant, une liste complète des Recueils qui se trouvent, en tout ou en partie, dans la salle de lecture, est affichée sur un carton, placé contre le meuble renfermant le Catalogue. Parmi ces Périodiques, on peut citer, outre les publications de la Société et celles des divers Congrès internationaux :

Pour la France, les *Annales des Mines, de Géographie, des Sciences géologiques, de la Société géologique du Nord ;* l'*Annuaire géologique universel ;* l'*Anthropologie ;* les *Archives* et le *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle ;* les volumes de l'*Association française ;* les Bulletins du *Service de la Carte géologique* et ceux des principales Sociétés savantes de Paris ; les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences ;* la *Nature.*

Pour l'Allemagne, le *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, la *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* et les publications du Service de la Carte géologique de Prusse.

Pour l'Autriche, le *Jahrbuch* et les *Verhandlungen* de la *Geologische Reichsanstalt* et les *Sitzungsberichte* de l'Académie de Vienne.

Pour la Grande-Bretagne, les catalogues du *British Museum*, le *Geological Magazine*, les publications des Services géologiques de l'Angleterre, du Canada, de l'Écosse, de l'Inde, de l'Irlande et de la Nouvelle-Zélande ; celles de la *Palæontographical Society*, le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres et les Recueils des autres Sociétés géologiques du Royaume-Uni ; les volumes de la *British Association* et les *Proceedings* de la Société Royale.

3° Les Cartes, coupes et planches diverses imprimées ou manuscrites, sont numérotées sans séries distinctes. Cette partie comprend environ 600 numéros, placés, soit en face du meuble à fiches, pour les cartes en feuilles, soit à l'autre extrémité de la salle de lecture, à côté de la salle des séances, pour celles qui sont entoilées (cartons régionaux). Le groupement a lieu, autant que possible, par ordre géographique. La cote est précédée de la lettre C.

Dans chacune des catégories précédentes, tous les articles qui ont été déplacés sont représentés par un *fantôme*, c'est-à-dire par une petite planche de bois sur laquelle est inscrit le numéro correspondant, avec mention de l'endroit où se trouve l'ouvrage.

Quelques ouvrages de référence (Catalogues, Dictionnaires, Traités, etc.), ont été réunis à l'entrée de la salle de lecture, où ils occupent une partie des travées 1 et 2.

Un Registre-Inventaire, comprenant actuellement quatre volumes, donne le détail de tous les Ouvrages à part ou brochures que possède la Société, dans l'ordre des numéros ; on y trouve l'indication, pour chaque article, du nom de l'auteur, du titre de l'ouvrage, du lieu et de la date de publication, du format, du nombre de volumes, de la reliure et de la date d'entrée. Il n'y a pas d'inventaire analogue pour les Périodiques.

Le classement et le rangement de la Bibliothèque ont été faits par les soins de M. A. Maire, Bibliothécaire à la Sorbonne.

Paris, le 9 mars 1901.

Pour la Commission des Archives et de la Bibliothèque :

Emm. de MARGERIE.

FOSSILES DÉVONIENS DE SANTA-LUCIA

(PROVINCE DE LÉON, ESPAGNE)

par M. D.-P. ŒHLERT

(DEUXIÈME PARTIE)[1]

(Planche VI).

Spirifer Boulei, nov. sp.

(Pl. VI, fig. 1).

Coquille de grande taille, transverse, peu renflée, avec un pli médian et un sinus médiocrement accusés, couverte, sur toute sa surface, de côtes rayonnantes arrondies, régulières sur les parties latérales où elles sont au nombre de 12 à 13 de chaque côté ; elles sont toujours simples, sauf au voisinage du sinus et du bourrelet ou parfois on en compte deux ou trois qui, chez les individus âgés, se dichotomisent près du bord frontal.

Le sinus, assez large et peu profond, est également couvert de côtes rayonnantes, mais celles-ci sont très inégales, irrégulièrement espacées, et dichotomes ; on en compte 6 à 8 dont les deux médianes, un peu écartées l'une de l'autre, laissent entre elles une sorte de méplat formant le fond du sinus, et sur lequel apparaissent quelques côtes secondaires, visibles seulement près du bord frontal chez les individus de grande taille. Le bourrelet, peu accusé, est un peu aplati au sommet ; les côtes qui le couvrent sont réunies entre elles à la partie postérieure et indistinctes les unes des autres : elles s'individualisent et deviennent assez apparentes le long de leur parcours. — L'aréa ventrale, nettement délimitée, est beaucoup plus élevée que l'aréa dorsale qui est linéaire ; elle est convexe et renversée, de façon à faire presque un angle droit avec le plan des valves. Le crochet ventral, peu développé et peu recourbé, s'élève faiblement au-dessus de l'aréa. Le sommet dorsal, droit, dépasse à peine la ligne cardinale ; l'umbo dorsal est peu renflé, presque aplati.

1. La première partie de ce travail a été publié dans le *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 814, pl. XXVI-XXVIII.

Cette espèce appartient évidemment au groupe de *Sp. Bischofi* Roemer [1]; elle en diffère principalement par le nombre et le mode de distribution des plis, principalement dans le sinus et sur le bourrelet; les mêmes caractères séparent aussi cette forme de *Sp. Dalendensis* Steininger.

Dans *Sp. Jouberti* [2] du Dévonien inférieur de l'ouest de la France, les côtes sont anguleuses, saillantes, et plus nombreuses par suite de leur dichotomisation, caractère qui existe aussi sur les côtes du sinus et du bourrelet. Il n'existe pas de méplat au milieu du sinus dont la partie médiane est occupée par une côte assez forte, qu'accompagne de chaque côté une côte unique. Sur le bourrelet dorsal les côtes sont très nettement dichotomes et nombreuses.

Sp. Boulei occupe en Espagne un niveau supérieur à ceux de *Sp. Bischofi* et *Sp. Jouberti*.

Dans le Schoharie grit et le Corniferous sandstone d'Amérique, on trouve une espèce, *S. Grieri* Hall, qui se rapproche de celle-ci par son mode de plissement, mais qui s'en distingue toutefois facilement par le nombre moins considérable et la forme plus arrondie de ses côtes. De plus, le crochet ventral et le sommet dorsal sont beaucoup plus élevés, plus recourbés, et surtout plus rapprochés l'un de l'autre que dans notre espèce, par suite de la position de l'aréa qui, au lieu de faire presque un angle droit avec la ligne de commissure des valves, se trouve au contraire à peu près dans la place de celle-ci.

Nous signalerons encore, comme caractères différentiels, la plus grande profondeur du sinus du *S. Grieri* et le renflement remarquable de la partie umbonale de sa valve dorsale.

Spirifer Pellicoi de Verneuil [3]

(*B. S. G. F.* (3), XXIV, pl. XXVIII, fig. 25 à 27)

De Verneuil a désigné sous ce nom une espèce trouvée dans les couches les plus récentes du Dévonien inférieur (calcaire de

1. Si l'on compare les figures données par Kayser (1878. *Fauna Dev. d. Harz*, pl. 24, fig. 4, et pl. 25, fig. 23-24) avec celle qui existe dans l'ouvrage de Giebel (1858. *Silur. d. Unterharz*, pl. 4, fig. 3) et qui doit être considérée comme le type, on remarque qu'il existe certaines différences.

2. Œhlert, 1879. Dévon. de la Sarthe. *B. S. G. F.*, (3), VII. p. 709, pl. XIV, fig. 5.

3. Nous renvoyons pour la biographie de cette espèce et des formes affines, au travail si complet de M. Béclard, 1895. Les Spirifères du Coblenzien Belge, p. 199-219. *Bul. Soc. Belge Géolog.*, t. IX. Mémoires.

Ferrones), caractérisée par sa forme très transverse, ses côtes nombreuses, et qui possède un pli au milieu du sinus médian. L'auteur ne la compare qu'incidemment au *Spirifer macropterus* Goldf. (= *S. paradoxus* Schlot.), parce qu'à cette époque cette dernière forme n'était connue que d'après des moules internes très imparfaits. Depuis, Schnur et Rœmer, ont figuré des spécimens mieux conservés, quelques-uns pourvus de leur test rappelant par leur aspect général le *Sp. Pellicoi*, mais ne possédant pas le pli unique du sinus médian, caractère différentiel de ces deux formes. Dans un récent travail, M. Béclard a figuré des moules internes de Spirifères coblenziens belges, très transverses, et ayant un pli au fond du sinus ; il les rattache à *Sp. paradoxus*, et admet ainsi entre cette espèce et *Sp. Pellicoi* une identité absolue, qui d'ailleurs avait été déjà signalée par de Koninck et Barrois. M. Béclard réunit au type de Schlotheim, *Sp. paradoxus*, les *Sp. Hercyniæ*, *dunensis*, *macropterus*, *speciosus pro parte*, *phalœna* groupant ainsi sous un même nom toutes les formes très transverses, à plis nombreux, avec ou sans côte médiane au fond du sinus, car ce caractère n'est, dit-il, « pas toujours apparent et disparaît même complètement sur les moules internes ».

Les preuves qu'il donne montrent évidemment combien la plupart de ces formes sont étroitement unies, mais elles ne nous ont pas apporté la conviction absolue que toutes celles-ci doivent être désignées sous un même nom spécifique, d'autant plus que dans beaucoup de spécimens figurés, le contour et l'aspect général sont souvent dissimulés par des phénomènes de compression, et que souvent les côtes ne paraissent pas toujours être de même nature ; quant aux caractères tirés des moules internes, ils nous semblent plutôt d'ordre de groupe, que d'ordre spécifique, car on les retrouve très analogues chez des espèces différentes d'un même groupe.

En tous cas, en admettant que la réunion de *Sp. Pellicoi* et de *Sp. paradoxus*, puisse être faite avec beaucoup de vraisemblance, nous conservons, tout au moins provisoirement, le nom de *Pellicoi* pour la forme d'Espagne, qui, dans cette région comme dans l'ouest de la France, occupe un niveau spécial (calcaire de Ferrones et d'Arnao) (calcaire d'Erbray, grauwacke de Hierges) plus élevé que celui où l'on trouve *Sp. paradoxus* proprement dit.

C'est pour nous une occasion d'insister sur la valeur du travail de M. Béclard ; l'érudition dont il a fait preuve et le mode de groupement des figures qui permet de comparer entre eux les

types des différents paléontologistes, sont appelés à rendre les plus grands services; nous apprécions également l'esprit de synthèse de l'auteur, toutefois nous ne pouvons le suivre dans toutes les assimilations auxquelles il arrive, et nous ne pouvons accepter toutes les synonymies qu'il propose.

C'est ainsi, pour ne parler que des espèces qui nous sont plus spécialement connues et que nous avons pu étudier d'après de nombreux spécimens, qu'il nous est impossible de réunir sous un même nom : *Spirifer hystericus* Schlotheim, *S. Rousseaui*, *S. lævicosta*, *S. Venus*, chacun d'eux possédant des caractères particuliers, bien constants, et occupant des couches spéciales. De même, nous ne pouvons considérer comme se rattachant à une seule espèce, *Sp. Daleidensis* Stein., tous les Spirifères coblenziens ayant des côtes dichotomes dans le sinus et sur le bourrelet, tandis que ceux chez lesquels cette dichotomisation n'existe pas, devraient porter le nom de *Sp. Trigeri*.

Spirifer (Reticularia) Dereimsi, nov. sp.

(Pl. VI, fig. 2 à 16).

Coquille transverse, rhomboïdale, atteignant son maximum de largeur vers la moitié de la coquille, ou un peu en arrière de celle-ci. Valves presque également profondes, pourvues d'un sinus ventral et d'un bourrelet dorsal. Crochets saillants, celui de la valve ventrale dominant un peu celui de la valve dorsale, et devenant très rapprochés en se courbant l'un vers l'autre, mais sans jamais se toucher. Charnière droite, courte, accompagnée de deux aréas peu développées. Angles cardinaux arrondis. Ligne palléale subrectiligne sur les côtés, sinueuse au front. Commissure tranchante. Surface ornée de nombreuses lamelles d'accroissement concentriques, imbriquées, espacées à intervalles larges, et assez régulières ; ces lamelles sont traversées, perpendiculairement, par de très petits bourrelets rayonnants, très rapprochés, irréguliers, et interrompus par chacune des lamelles d'accroissement, au bord desquelles ils s'arrêtent brusquement, après s'être renflés et épaissis en des sortes de papilles qui servaient de base à des épines. Test imperforé.

Valve ventrale avec un sinus étroit, arrondi, modérément profond, mais bien accentué, et partant de la pointe du crochet. Les parties latérales de la valve se bombent de chaque côté de ce sinus, puis retombent en pente douce vers la commissure latérale.

Crochet bien développé, à côtés arrondis, acuminé à son extrémité. recourbé à angle droit au-dessus de l'aréa ventrale et dominant le sommet de l'autre valve. Aréa triangulaire, petite, surbaissée, assez nettement délimitée, un peu concave, et renversée obliquement par rapport au plan longitudinal des valves ; sa surface est visiblement striée dans les deux sens. Toute la hauteur de l'aréa, depuis le crochet jusqu'à la ligne cardinale, est occupée par l'ouverture triangulaire, très large, qui occupe environ un tiers de sa longueur totale.

Valve dorsale avec un bourrelet étroit, arrondi, modérément saillant, bien délimité depuis le sommet jusqu'au bord frontal par deux légères dépressions longitudinales ; sommet recourbé, saillant au-dessus du bord cardinal et surmontant une très étroite aréa située à peu près dans le plan de la valve.

Les échantillons de cette espèce, varient un peu dans leur étendue en largeur, mais ils sont néanmoins toujours faciles à reconnaître, même lorsque la fine ornementation a disparu par décortication et que les valves paraissent lisses, à cause du

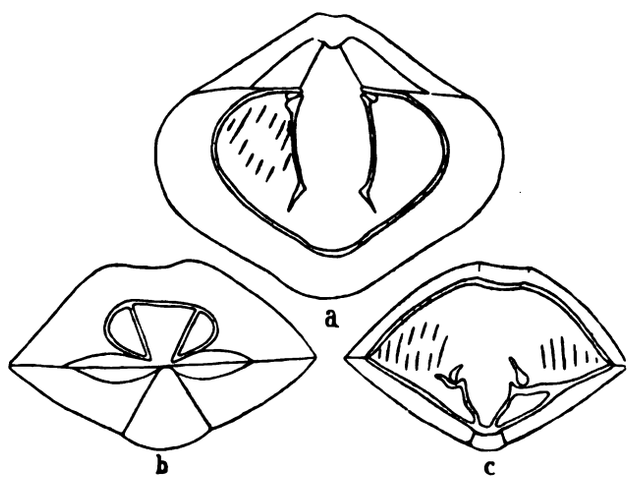


Fig. 1. — *Spirifer Dereimsi* nov. sp.

bourrelet et du sinus médians étroits et nettement accusés, ainsi que par leur aspect général. Un certain nombre de spécimens présentent sur les côtés quelques traces de côtes rayonnantes (3 ou 4) larges et obscures, montrant ainsi une tendance à la plicature des parties latérales des valves. Les coupes longitudi-

nales et transversales que nous avons faites dans cette espèce nous ont fourni les caractères suivants : les plaques fovéales sont assez bien développées ; les dents, fortement constituées, donnent naissance à deux longs cruras aux extrémités desquels apparaissent deux apophyses triangulaires, indiquant l'existence d'une bandelette jugale qui a été résorbée ; les cônes spiraux dont la direction est un peu oblique, sont composés de neuf à dix tours.

Ce Spirifer, par ses caractères généraux, aussi bien que par son mode d'ornementation, appartient évidemment aux *fimbriati ;* l'insuffisance des caractères chez nos échantillons, due à l'absence des épines qui d'ailleurs sont très exceptionnellement conservées, nous empêche de décider d'une façon précise à laquelle des deux subdivisions *(unicispinei* ou *duplicispinei)* il appartient. D'autant plus que MM. Hall et Clarke [1] signalent à côté des *unicispinei* proprement dits, un groupe dont le développement est parallèle, qui, apparu dans le Niagara group, se poursuit jusqu'au sommet du Dévonien, et qui se rapproche des *duplicispinei* par la brièveté de sa ligne cardinale, son contour subcirculaire et les plis effacés de ses valves, caractères appartenant en propre au groupe des *duplicispinei.*

Toutefois, à en juger d'après l'aspect extérieur, c'est à la section des *duplicispinei*, c'est-à-dire au groupe *Reticularia*, que doit se rapporter notre espèce. Le type de ce groupe, *Sp. lineatus* Martin, en est évidemment assez éloigné par sa forme arrondie, légèrement transverse, ou parfois allongée, ainsi que par l'absence d'un sinus et d'un bourrelet proprement dits ; mais nous signalerons certains spécimens, entre autres celui que figura M'Coy lorsqu'il créa son genre *Reticularia*, dont le contour est rhomboïdal, et chez lequel il existe un bourrelet et un sinus très nets.

Nous retrouvons ces mêmes caractères chez les formes dévoniennes, en particulier chez l'espèce des schistes de Budesheim, que M. Kayser [2] a considérée comme une variété du *Sp. lineatus*, mais qui évidemment en est assez éloignée pour constituer une espèce distincte. Notre forme, qui occupe un niveau inférieur, s'en distingue par un crochet ventral beaucoup moins élevé et moins redressé, et son aréa ventrale beaucoup moins haute ; à la valve ventrale au contraire, le crochet est plus saillant ; enfin, le sinus, et principalement le bourrelet, sont beaucoup plus accentués, ce qui rend la commissure frontal plus sinueuse.

1. Hall et Clarke. 1893. *Pal. of N. Y.*, vol. VIII, part. 2, p. 19.
2. Kayser. 1871. Brach. Eifel. *Zeit. Deut. Geo. Ges.*, t. XXIII, p. 582, pl. XII, fig. 2.

Dans les étages des grès d'Oriskany, du Helderberg supérieur et d'Hamilton on trouve une forme *Sp. fimbriatus* Conrad [1] ; toutefois, d'après les figures données par Hall [2], le contour palléal est plus largement arrondi, ce qui donne une forme moins rhomboïdale à l'ensemble de la coquille ; le pli médian est plus anguleux au sommet et ses côtés sont plus divergents ; les côtes latérales sont en général beaucoup plus accentuées ; le crochet ventral, plus haut, est moins recourbé ; enfin le profil des deux espèces est très différent par suite du bombement régulièrement convexe des deux valves, chez *Sp. fimbriatus*, tandis que dans la forme d'Espagne, ce renflement n'existe que dans la région umbonale.

Cette espèce a peut-être été trouvée déjà en Espagne, où elle aurait été désignée sous le nom de *Sp. curvatus* Schlotheim [3]. Sous ce nom, en effet, on a rattaché un grand nombre de formes souvent très différentes du type. Celui-ci a été très bien figuré par Schnur [4], Quenstedt [5], Kayser [6], etc. ; il est remarquable, principalement par l'élévation exagérée du bourrelet, dont les talus se confondent avec les parties latérales, rendant ainsi la valve dorsale fortement carénée et le bord frontal très sinueux. Le crochet ventral est beaucoup moins développé, plus recourbé vers le sommet dorsal, de telle sorte que l'aréa est petite.

Cyrtina heteroclita Defrance, sp. var. *intermedia* Œhlert.

(Pl. VI, fig. 17 à 34).

C. heteroclita var. *intermedia* Œhlert, 1886. *Ann. Soc. Géol.*, t. XIX, p. 42, pl. III, fig, 29-34.

Cyrtina heteroclita est représenté à Santa-Lucia par de nombreux individus qui, en majeure partie, se rattachent à la variété que nous avons désignée sous le nom d'*intermedia*, pour indiquer qu'elle constitue un terme de passage entre le type de Defrance et d'autres formes à côtes plus nombreuses. Dans cette variété

1. Le nom de *Sp. fimbriatus* ayant été employé antérieurement à Conrad, par Morton 1836, M. Miller (1883. *Amer. Palæoz. Fos.*, p. 298) a proposé de lui substituer celui de *Conradana*.
2. Hall. 1867. *Pal. of N. Y.*, vol. IV, p. 214, pl. 33, fig. 1-21.
3. Schlotheim. 1820. *Petref.*, p. 280, pl. XIX, fig. 2.
4. Schnur. 1853. *Brach. Eifel*, pl. XXXVI, fig. 2 *a, b, c, d*.
5. Quenstedt 1871. *Petref. Deutsch.*, pl. 55, fig. 23, 24.
6 Kayser. 1889. *Fauna des Hauptquarz.*, p. 76, pl. XVI, fig. 11.

les côtes à un sommet arrondi, sont au nombre de 4 à 7 de chaque côté du pli médian, lequel est un peu aplati. L'aréa est tantôt légèrement arquée, tantôt complètement plane. Ces caractères permettent de la séparer de la variété *multiplicata* de Davidson, et à plus forte raison de la forme de Ferrones désignée par la lettre *A* par de Verneuil, à laquelle d'Orbigny donna plus tard le nom spécifique d'*Hispanica*, nom qui a été conservé par Mallada.

Les spécimens que nous avons étudiés sont toujours de taille beaucoup plus petite que les diverses variétés signalées par M. Barrois en Espagne et décrites et figurées par lui [1]; ils en diffèrent, en plus, par le nombre et la forme de leurs côtes, ainsi que par les rapports qui existent entre la longueur de la ligne cardinale, le développement de l'aréa et le bombement des valves.

On trouve également en Amérique, ainsi que l'a fait remarquer judicieusement M. Whidborne (Devon Fauna, t. II, p. 112), des variétés montrant une gradation ascendante vers les formes à plis plus nombreux. Nous citerons comme exemple le *Cyrtina Dalmani* (Hall. *P. N. Y.*, vol. 3, p. 206, pl. 24, fig. 2), qui est évidemment un équivalent du *C. intermedia* d'Europe dont il se rapproche du reste par tout l'ensemble des caractères.

Cyrtina heteroclita est une forme qu'on rencontre dans toutes les assises du Dévonien, et dont l'extension horizontale est également très grande; à ces deux faits, si l'on ajoute que les spécimens sont souvent très nombreux dans une même couche, et surtout que certains caractères de l'espèce ont quelque chose d'excessif, tels que l'inégalité des valves, le développement du crochet ventral, — qui entraîne souvent une torsion de cette région de la coquille, — et enfin une grande diversité dans le nombre des plis, on voit combien cette forme se trouve dans des conditions favorables pour qu'apparaissent toutes sortes de variations étroitement groupées autour du type, mais pouvant cependant être séparées de celui-ci, soit qu'on les considère comme de simples variétés, soit qu'on en fasse des espèces distinctes, suivant le point de vue auquel on se place. Qu'il nous suffise de rappeler et de rapprocher en les comparant, la variété *lævis* Kayser, du Dévonien moyen de l'Eifel, caractérisée par sa surface lisse ou à côtes à peine distinctes; la variété *A*. de Verneuil, du Dévonien moyen de Ferrones (= *C. hispanica* d'Orbigny, 1850), dont les côtes sont très nettes et très nombreuses, et la variété *Demarli* du

1. *Loc. cit.* pl. X, fig. 8, p. 260.

Frasnien de Ferques, qui possède les caractères de la précédente, mais chez laquelle la division du bourrelet vient indiquer une nouvelle tendance à la multiplicité des plis. En Amérique, les modifications sont encore plus profondes et les caractères qui séparent entre eux les *Cyrtina* de ce groupe, sont devenus assez importants pour nécessiter la création, non plus de simples variétés comme en Europe, mais d'espèces très nettement caractérisées (Ex. : *C. biplicata*, *rostrata*, *curvilineata*, etc.).

Toutes ces formes extrêmes, qu'on peut naturellement relier les unes aux autres par une série de types intermédiaires, tout en fournissant les preuves d'une variabilité extrême, montrent en même temps que, malgré cette malléabilité, le type *heteroclita* pris dans son sens le plus large, reste constant et conserve ses caractères primordiaux. L'un d'eux qui, d'ailleurs, a une valeur générique et sert à caractériser le genre *Cyrtina*, consiste dans la disposition des plaques dentales et du septum de la valve ventrale. Ce fut ce caractère qui servit de base à Davidson pour établir son genre *Cyrtina* et le séparer de *Cyrtia*, avec lequel il avait été confondu jusqu'alors par suite de son aspect externe, si semblable à première vue. L'existence des perforations du test dans le premier de ces deux groupes, et leur absence dans le second, n'avait pas semblé un motif suffisant pour une distinction générique. Quant aux spires, on soupçonnait bien leur présence dans le nouveau genre *Cyrtina*, mais on n'avait pu la vérifier. Davidson s'appuya donc seulement sur la disposition de la chambre en forme de V (« V shaped chamber ») située à la valve ventrale, et constituée d'après lui par la convergence des plaques dentales, s'unissant vers le milieu de leur parcours pour former un septum médian : disposition qu'il comparait à l'auget ventral de *Pentamerus* (*Conchidium*) *Knighti*. Les coupes qu'il donne pl. XIV, fig. 8, semblent, en effet, confirmer cette vue, d'après laquelle le septum est formé par la réunion des deux lamelles dentales accolées. Nous ferons toutefois remarquer que dès cette époque, Bouchard avait reconnu que dans *C. Demarli*, le septum se continue jusqu'au-dessous du deltidium, au milieu de l'espace resté libre entre les plaques dentales. Ce caractère, que Davidson considère comme spécial à *C. Demarli* et qu'il n'avait pas retrouvé, disait-il, chez *C. heteroclita* et *C. septosa*, pouvait cependant être constaté dans ces deux formes, car la figure de *C. heteroclita* publiée antérieurement par l'auteur lui-même, dans son Introduction à étude des Brachiopodes (pl. VI, fig. 64) montre bien l'existence du prolongement du septum dans cette partie des

valves. Quant au *C. septosa*, on peut également y observer l'existence de ce même caractère, car dans l'une des figures (Davidson. *Brit. Carb. Brach.*, pl. XIV, fig. 10) représentant un moule interne, on voit que le remplissage de l'auget ventral est fendu longitudinalement, et qu'une partie de la lame septale libre est encore conservée en place. D'ailleurs, la plupart des échantillons de *Cyrtina*, lorsqu'ils sont bien conservés, laissent souvent voir le prolongement du septum qui apparaît au fond du foramen comme une petite lame fine et tranchante ; celle-ci, bien que n'étant pas mentionnée dans les descriptions, est en général indiquée dans les figures.

L'importance du septum et des plaques dentales, ainsi que la genèse et le rôle de ces cloisons, ont été récemment mis en lumière par M. Beecher, et par M. Clarke. L'étude qu'ils en ont faite d'une façon générale et les conclusions qu'ils en ont tirées pouvant être éclairées par un examen minutieux de la structure du sommet ventral de *Cyrtina heteroclita* et de ses formes alliées, nous avons pratiqué un grand nombre de sections qui nous permettent d'apporter quelques faits nouveaux. Rappelons tout d'abord qu'il y a lieu de distinguer le deltidium formé d'une pièce

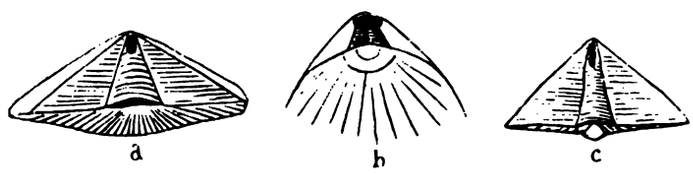


Fig. 2. — a, Deltidium de *Clitambonites* ; b, Plaques deltidiales de *Magellania* ; c, Pseudo deltidium de *Cyrtina*.

unique (*Clitambonites*) (fig. 2, a), et les plaques deltidiales : ces dernières pouvant rester distinctes (*Magellania*) (fig. 2, b), ou bien se souder si intimement sur la ligne médiane qu'elles prennent l'apparence d'une pièce simple ou *pseudodeltidium* (*Cyrtina*) (fig. 2, c) [1].

D'après les vues de M. Beecher, interprétant les recherches embryogéniques de Kowalewsky sur *Thecidea* (*Lacazella*) et *Cistella*, le deltidium et les plaques deltidiales, bien que remplissant le même rôle, n'ont ni la même origine, ni la même structure. En

1. MM. Hall et Clarke ont proposé le nom de *deltarium* pour l'ensemble des plaques deltidiales désunies ou soudées, et celui de *deltaria* pour chacune d'elles prise séparément.

effet, tandis que le deltidium, qui apparaît dès les premiers stades embryonnaires, est sécrété par le troisième lobe, ou lobe caudal, dont il occupe la face dorsale, les plaques deltidiales au contraire sont une dépendance du lobe moyen; elles se montrent longtemps après les stades larvaires et sont sécrétées par des expansions de la partie ventrale du manteau qui enveloppe le pédoncule. Comme conséquence, on constate certaines différences entre la structure du deltidium et celle des plaques deltidiales : par exemple, le deltidium ne présente jamais de perforations, alors même que les valves en sont pourvues, tandis que les plaques deltidiales au contraire sont perforées ou imperforées, suivant que ce caractère existe ou non dans les valves.

Ainsi protégé du côté externe, la base du pédoncule l'est également, dans bien des cas, à l'intérieur même de la valve ventrale, par le développement et la convergence des plaques dentales, réunies suivant la ligne médiane, pour former ce qu'on appelait autrefois l'*auget ventral* et ce que MM. Hall et Clarke désignent actuellement sous le nom de *spondylium*. Le *spondylium*, rudimentaire ou très développé, qui ne serait qu'une modification de la gaîne pédonculaire originaire, a toujours eu, à un moment du développement, sa contre-partie correspondante qui est le deltidium; ces deux pièces forment un ensemble, ou *protodeltidium*, qui laisse au centre une cavité à section plus ou moins triangulaire, que nous désignerons sous le nom de chambre pédonculaire.

Le spondylium étant constitué par les plaques dentales, qui chez un certain nombre de genres se réunissent et se prolongent jusqu'au fond de la valve, on peut se demander si, dans ce cas, ce prolongement est dû à la continuation des plaques réunies et accolées, ou s'il existe une cloison médiane indépendante constituant le véritable septum. Les modifications que l'on observe dans la direction des plaques dentales qui, suivant les groupes, peuvent être divergentes, parallèles, ou convergentes, et s'unissent parfois en restant visiblement accolées, comme dans les *Pentamerideæ*, sembleraient prouver à première vue que le mode de construction est toujours le même, si certains genres, *Spiriferina* par exemple, ne nous montraient un septum central isolé et bien développé, existant concurremment avec deux plaques dentales bien distinctes.

La série de sections que nous donnons ici (fig. 3, I à IV) a été faite sur un spécimen de *Spiriferina rostrata*, provenant du Lias supérieur d'Albarracin, Espagne; l'étude des caractères internes de cette espèce nous a été facilitée par les nombreux

échantillons que M. Dereims a recueillis dans cette localité, et qu'il a bien voulu nous abandonner. Les coupes montrent non seulement la disposition des plaques dentales et du septum, mais aussi leur structure.

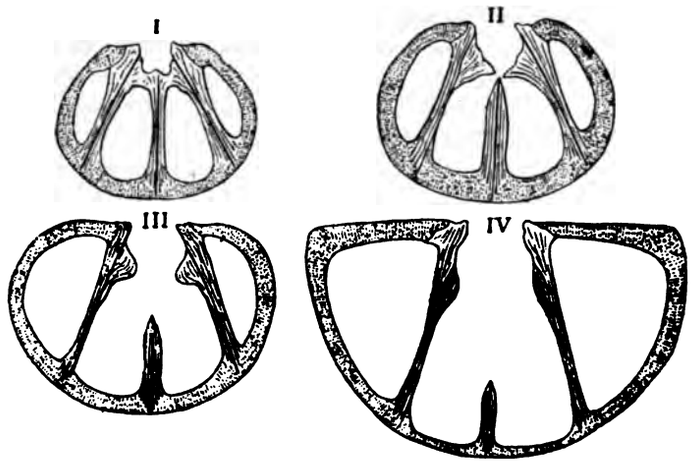


Fig. 3. — Sections de *Spiriferina rostrata*.

On constate premièrement que ces cloisons, résultant d'un repli interne du manteau, sont constituées par deux couches accolées l'une à l'autre et dont l'épaisseur variable indique que la sécrétion calcaire a été plus abondante sur certains points; de plus, on voit que les plaques dentales réunies d'abord à l'extrémité du septum (coupe I) par une callosité interne, s'en détachent bientôt (coupe II), en gardant seulement la protubérance interne qui ne disparaît que graduellement. Le septum devenu libre diminue alors de hauteur, en même temps que les plaques dentales s'amincissent et finissent par se rompre, montrant alors dans les coupes d'une part, leurs extrémités adhérant au fond de la valve; de l'autre, c'est-à-dire de chaque côté de l'ouverture triangulaire, leur point d'origine qui bientôt va supporter les dents.

Ces caractères si précis chez *Spiriferina*, — soit, l'existence d'un septum et de plaques dentales, — se retrouvent également chez *Cyrtina*, mais cette fois modifiés et en quelque sorte cachés par suite de la fusion de ces plaques sur la ligne médiane.

Le prolongement du septum au milieu de la cavité pédonculaire de *Cyrtina*, dont nous avons déjà parlé plus haut et qui a été signalé pour la première fois par Bouchard, est nettement figuré

dans les coupes données par MM. Hall et Clarke; ces auteurs ont non seulement montré d'une façon évidente l'existence de ce caractère, mais ont encore indiqué qu'à la rencontre du septum et des deux plaques dentales, il existe une chambre tubulaire qui, ainsi qu'ils l'ont observé chez *Cyrtina rostrata*, paraît être traversée par le septum médian, venant la diviser, disent-ils, d'une façon irrégulière en deux compartiments. Cet appareil serait, d'après eux, l'homologue du tube de *Syringothyris*.

Les coupes, au nombre de plus de 500, que nous avons faites sur des crochets ventraux de plusieurs espèces de *Cyrtina* provenant de France, d'Allemagne, de Bohême, d'Angleterre et d'Espagne, nous ont montré qu'on pouvait, à l'aide d'échantillons dans de meilleures conditions, pousser plus loin l'étude de cet appareil interne et arriver à des conclusions plus précises. Les faits observés étant bien constants dans toutes les espèces que nous avons examinées, nous avons figuré de préférence les coupes faites dans un spécimen de *Cyrtina hispanica* d'Orb. (= *C. heteroclyta* var. A, de Verneuil) dont la taille, plus considérable que celle de tous les autres échantillons qui nous ont passé par les mains, nous a permis d'obtenir plus de 40 sections dans le seul sommet de la valve ventrale; cet échantillon a de plus l'avantage de provenir d'un gisement où la différenciation entre le remplissage interne et le test est très accusée et en facilite l'étude.

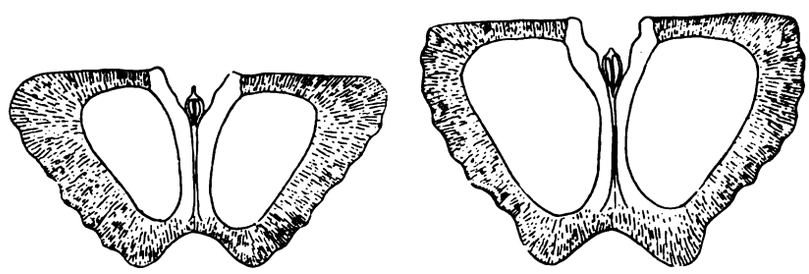


Fig. 4. — Sections de l'extrémité apicale du crochet ventral de *Cyrtina heteroclita*, passant à la hauteur du foramen.

Lorsqu'on use le crochet ventral suivant une série de plans perpendiculaires à celui de l'aréa, on remarque d'abord la cavité pédonculaire largement ouverte, et pourvue au fond d'une petite crête à sommet très aigu. Cette crête bientôt s'élargit, se renfle, et on y distingue alors une cavité centrale, à section piriforme, divisée en deux parties par une cloison médiane très ténue; cet appareil, que nous désignerons sous le nom de *tichorhinum* à cause de sa forme

et de sa disposition cloisonnée, est situé sur le prolongement du septum médian (fig. 4) dont il n'est d'ailleurs que la continuation [1] ;

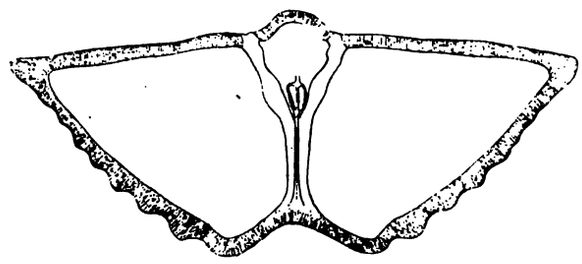


Fig. 5. — Section de *Cyrtina heteroclita* commençant à atteindre le pseudodeltidium.

le septum médian, bien que très mince, laisse cependant très nettement distincte la ligne de séparation entre les deux lamelles qui le constituent, ligne qui se poursuit également dans la cloison divisant la cavité piriforme. Le septum est flanqué des deux plaques dentales qui sont venues s'accoler contre lui ; par suite de cette disposition, le septum, dans cette partie de la valve, ne se trouvant plus en contact avec le manteau, cesse de se développer en épaisseur, de même que les plaques dentales ne peuvent plus s'accroître que du côté externe. Le septum médian,

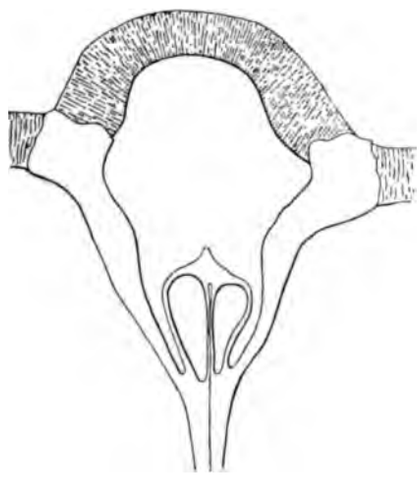


Fig. 6. — Section très grossie du spondylium et du tichorhinum.

1. La double tubulure qui existe dans le tichorhinum étant très petite, son remplissage ne s'est pas toujours effectué d'une façon complète à l'aide des matières étrangères qui ont pénétré dans la cavité palléale et dans le spondylium, et c'est pourquoi elle est souvent occupée par un dépôt de carbonate de chaux. Du reste, il arrive souvent, ainsi qu'on le voit en faisant des sections, que la coquille n'est remplie qu'en partie par des matières terreuses : argile, sable, ou boue calcaire; celles-ci n'occupent dans ce cas que la partie des valves qui se trouve la plus inférieure par rapport à la station, d'ailleurs variable, prise après la mort de l'animal et elles laissent alors au sommet une chambre vide dans laquelle l'eau chargée de carbonate de chaux est venue former une masse cristalline.

bien que très mince, conserve cependant son individualité entre les deux plaques dentales et, en général, est très distinct dans les coupes, tout au moins dans la partie apicale de la valve ventrale : on y distingue même les deux fines lamelles qui le constituent sur toute sa longueur. Par suite de l'accolement des deux plaques dentales sur chacun de ses côtés, le septum, ne se trouvant plus en contact avec le manteau, n'a pu accroître son développement externe et c'est ce qui explique son peu d'épaisseur. Les coupes suivantes montrent comment tout l'ensemble de cet appareil continue à recevoir des couches calcaires, qui viennent se déposer sur les parois de la cloison médiane en remontant un peu le long des plaques dentales ; on remarque, dans l'épaisseur de celles-ci, une série de zones concentriques indiquant leur mode d'accroissement et faisant prévoir la façon dont elles vont se terminer contre le septum. Bientôt, en effet, on les voit s'amincir de chaque côté du tichorhinum, puis s'interrompre, en laissant seulement à la base de ce dernier, quelques traces qui disparaissent rapidement. Le septum reste alors seul, montrant toujours à son extrémité la section complète du tichorhinum qu'on voit encore pendant quelque temps et qui finit elle-même par devenir incomplète par suite de l'interruption qui se produit dans

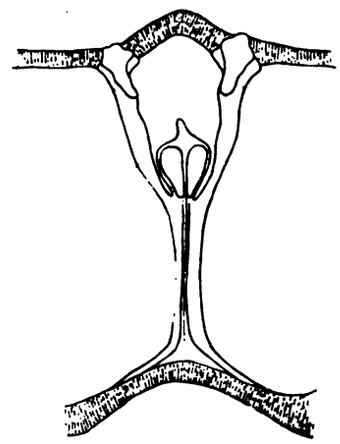


Fig. 7. — Section montrant à l'intérieur des plaques dentales, les traces des dents.

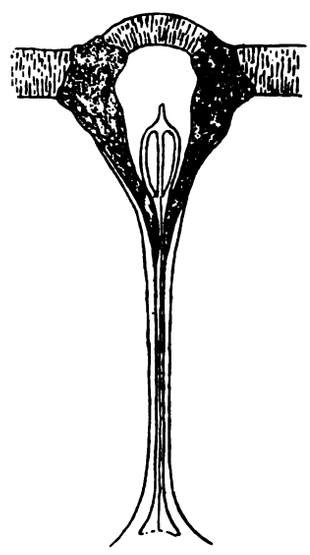


Fig. 8 — Section montrant le mode d'accroissement des plaques dentales et la continuité du septum entre celles-ci.

les parties latérales. Celles-ci disparaissent graduellement, ne laissant bientôt plus qu'une expansion de forme transverse à

Fig. 9. — Sections montrant la façon dont les parois du spondylium s'interrompent pour laisser le tichorhinum libre.

l'extrémité du septum et un léger renflement indiquant la base du tichorhinum ; ces caractères s'effacent à leur tour et il ne reste plus que la base du septum.

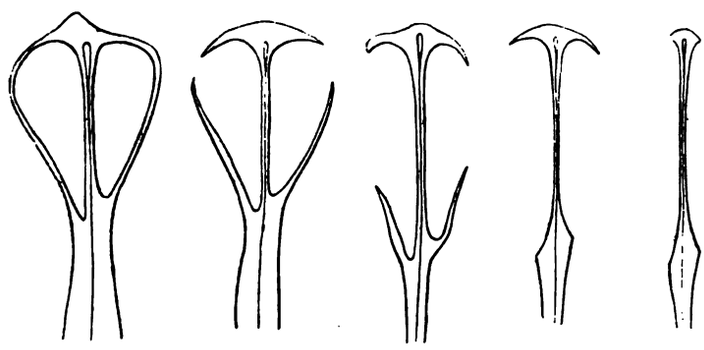


Fig. 10. — Sections successives du tichorhinum montrant la façon dont on le voit disparaître.

Dans cette série de coupes, le pseudodeltidium n'apparaît qu'à la section représentée fig. 5, les coupes précédentes se trouvant au niveau du foramen. Le pseudodeltidium est nettement perforé et a une structure analogue à celle des valves ; il est limité latéralement par la base des plaques dentales qui ne présentent aucune trace de perforations. Quant à la suture médiane indiquant la jonction des deux plaques deltidiales, elle a dû s'effacer et nous n'avons pu constater sa présence.

Si l'on essaie, d'après ces coupes, de reconstituer la disposition

générale des cloisons, on voit tout d'abord que le sommet de la valve ventrale est divisé en trois compartiments, dont l'un, plus petit, forme la chambre pédonculaire, constituant un spondylium analogue comme forme à celui des Pentamères, mais en différant par sa structure ; en effet, chez ces derniers la cloison médiane est constituée seulement par les deux plaques dentales devenues parallèles et accolées, tandis que dans *Cyrtina* cette cloison a comme partie fondamentale un septum initial bien distinct, contre lequel viennent s'apposer les plaques dentales, tout cet ensemble s'augmentant par des dépôts latéraux successifs.

Du fond du spondylium s'élève le tichorhinum, faisant une assez forte saillie, mais laissant toutefois dans la partie antérieure un large espace libre pour le pédoncule ; en se reportant aux coupes, on voit que les plaques dentales viennent s'appliquer contre la base du tichorhinum qui fait partie intégrante du septum dont il n'est que la continuation.

Quant au rôle de cet appareil, il reste encore hypothétique ; nous pensons, toutefois, qu'il pouvait servir à loger les muscles pédonculaires ventraux : ceux-ci cheminant graduellement vers l'avant, en même temps que s'allongeait cette sorte de cornet à double compartiment. Cette disposition de muscles, logés dans des cavités tubulaires plus ou moins développées, se retrouve d'ailleurs dans d'autres genres, et en particulier dans *Douvillina* (*D. Dutertrei*) parmi les Articulés, et dans *Trimerella* (*T. grandis*) parmi les Inarticulés. L'identification faite par MM. Hall et Clarke, entre la chambre tubulaire de *Cyrtina* et le tube fendu de *Syringothyris*, ne nous paraît pas suffisamment établie, car dans le premier cas cet appareil est une dépendance du septum, tandis que dans l'autre il est produit par les plaques dentales ; de plus, la portion du tube de *Syringothyris*, placé à l'arrière de la cloison transverse, sa fente longitudinale, l'absence de division interne, lui donnent un ensemble tout différent (fig. 11) ; faute d'échantillons bien conservés, nous n'avons pu en étudier la structure, mais nous pensons d'après les figures qui ont été données par Winchell, Davidson, Hall et Clarke, que la cloison transversale peut être comparée aux deux callosités qui, chez *Spiriferina*, relient les plaques dentales entre elles pour former le spondylium (fig. 3) ; ces protubérances, ainsi que le montrent nos coupes, disparaissent assez rapidement dans ce dernier genre, mais chez certains Spiri-

Fig. 11. — Section transversale du crochet de la valve ventrale de *Syringothyris* (Davidson).

fères, *Spirifer Verneuilli* par exemple (fig. 12), elles ont une plus grande importance et se voient sur presque toute la hauteur de

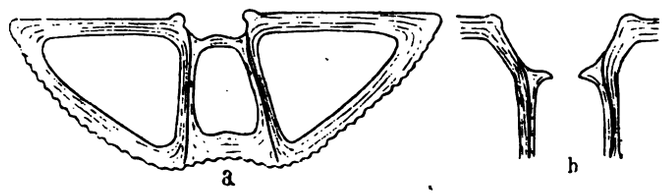


Fig. 12. — Section transversale de *Spirifer Verneuilli*.

l'aréa, sous la forme d'une cloison transversale (fig. 12 a) qui se prolonge en deux crêtes aiguës (fig. 12 b).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

Fig. 1. — *Spirifer Boulei*, n. sp : gr. nat.

Fig. 2 à 16. — *Reticularia Dereimsi*, n. sp.; gr. nat.

Fig. 17 à 34. — *Cyrtina heteroclita* Defrance, var. *intermedia* Œhlert; 17. gr. nat.; 18 à 34. gross. 1 1/2. Divers spécimens, pour montrer combien cette espèce est variable, en conservant toujours néanmoins les caractères qui lui sont propres.

Séance du 1er Avril 1901

PRESIDENCE DE M. L. CAREZ, PRESIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Pierre Espinas**, Licencié ès-sciences, présenté par MM. Haug et Gentil.

Une nouvelle présentation est annoncée.

M. **Albert Gaudry** présente à la Société géologique un tirage à part de la note sur les découvertes de Sokolki, adressée dernièrement à l'Académie des Sciences par M. Amalitzky ; il montre en même temps des photographies envoyées par le savant géologue russe, et s'exprime ainsi :

Je crois devoir appeler l'attention des membres de la Société géologique sur les fouilles que M. Amalitzky a entreprises dans le Permien du bassin de la Dwina supérieure à Sokolki, gouvernement de Vologda, nord-est de la Russie. M. Amalitzky nous annonce qu'il a déjà découvert quinze à vingt squelettes de Pareiasaurus dont quelques-uns atteignent une longueur de 4 mètres, quatre squelettes de reptiles longs de 2 mètres, offrant de la ressemblance avec les Rhopalodontes, des ossements de Dicynodontes, beaucoup de Théromorphes nouveaux et probablement des Dinosauriens, enfin, quelques squelettes de Stégocéphales (Melanerpeton et autres).

Nous ne pouvions nous attendre à voir un pareil rassemblement de grands quadrupèdes dans un terrain qu'on attribue au Primaire, et nous sommes embarrassés pour dire ce qui marque la limite des Êtres primaires et des Êtres secondaires. Je crois être l'interprète des sentiments de nos confrères, en envoyant nos vœux à l'habile explorateur du Permien de Sokolki, pour la continuation de ses étonnantes fouilles.

M. **E. de Martonne** offre à la Société plusieurs brochures dont il est l'auteur : 1° *Le levé topographique des cirques de Gauri et Galcescu* (*Massif du Paringu*) (Extr. Bul. Societătii Inginerilor şi industriaşilor de Mine Bucarest. 1900, 42 p., carte au 10.000e). — 2° *Contribution à l'étude de la Période glaciaire dans les Karpates méridionales* (Extr. Bul. de la Soc. géol. de France, 1900). —

3° *Recherches sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales* (Extr. Bul. Soc. des Sc. de Bucarest, 1900, 60 p., 7 fig., 4 pl.). — 4° *Sur la formation des cirques*, communication faite au Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1900 (Extr. des Annales de Géographie, X, 1901). — 5° *La Roumanie* (Extr. de la Grande Encyclopédie, in-12, 72 p.).

M. Emm. de Margerie présente, au nom des auteurs : MM. **L. Duparc, L. Mrazec** et **F. Pearce**, *la carte géologique du Massif du Mont-Blanc.*

M. **Aug. Dollot** : *Sur les travaux en cours d'exécution du Métropolitain, entre la Place de l'Étoile et la Place de la Nation, par les Boulevards extérieurs.*

Les puits de sondage creusés en 1900 sur les boulevards de la Chapelle et de la Villette et cette année boulevard de la Chapelle, aux abords du Chemin de fer du Nord, ont montré que dans cette zone, l'épaisseur du travertin de Saint-Ouen atteignait 20 mètres.

Aux deux tiers de la hauteur il existe une récurrence marine, en deux couches, qu'on retrouve boulevard de Courcelles et boulevard de la Chapelle, en concordance d'altitude.

Le gypse a été l'objet d'une exploitation intensive entre le Chemin de fer du Nord et le Chemin de fer de l'Est, dans le travertin.

On a pu s'en rendre compte par les puits qui en ont traversé toutes les couches, d'une puissance totale d'environ 6 mètres, et d'anciennes galeries remblayées.

Les fouilles de fondation des piles du viaduc, près du Chemin de fer du Nord, à l'ouest, ont permis de reconnaître la position exacte des marnes à *Pholadomya ludensis*, de la quatrième masse du gypse et des sables verts.

La quatrième masse du gypse est formée de deux couches : celle supérieure ayant 0 m. 93 et celle inférieure 1 m. 14 d'épaisseur moyenne, séparées par de petits bancs de marne, gypse, calcaire et sable, sur une épaisseur d'environ 0 m. 87. A l'est, entre le Chemin de fer du Nord et la rue de la Chapelle, les puits qui ont près de 30 mètres de profondeur, ont été descendus jusqu'à l'eau, qui correspond au niveau supérieur des sables de Beauchamp caractérisés en cet endroit par une couche calcaire fossilifère. L'altitude du sommet des sables de Beauchamp, boulevard de la Chapelle, concorde avec celle reconnue par un forage, boulevard de Courcelles.

Séance du 15 Avril 1901

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, VICE-PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Emile-Edouard Lonclas,** Chef de gare à Ollioules (Var), présenté par MM. Peron et Michalet.

Le Président souhaite la bienvenue à M. Carl Schmidt, Professeur de géologie à l'Université de Bâle.

Le Président annonce que le Congrès national des Sociétés françaises de géographie tiendra, à Nancy, sa XXIIe session, du 1er au 5 août 1901.

Il donne lecture d'une lettre du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, l'informant que la Société royale de Londres vient d'entreprendre la publication d'un Répertoire international de bibliographie scientifique comprenant annuellement 17 volumes, dont quatre seront consacrés à la Minéralogie, la Géologie, la Géographie mathématique et physique, la Paléontologie. Le prix de chaque volume séparé variera entre les limites extrêmes de 10 et 45 francs.

M. **P. Lory**, présente deux notes : 1° *Les cirques de montagne* (Ext. Revue des Alpes Dauphinoises) ; 2° Sur les principaux *types de vallées* des Chaînes Subalpines dans l'Isère et les Hautes-Alpes, et sur leurs rapports avec la tectonique (Ext. Bull. Soc. Statistique de l'Isère).

Le Président constate avec plaisir que des auteurs de plus en plus nombreux s'occupent de cette captivante question des cirques et de l'érosion glaciaire, qui, tout récemment, a fait l'objet de si beaux travaux de la part de MM. Richter, Penck, W. M. Davis et de notre confrère M. de Martonne.

DÉCOUVERTE DE CALCAIRE A NUMMULITES, DANS LE PETIT SYNCLINAL DE LA GOURRE, PRÈS DE SÉDERON (DROME)

par M. **W. KILIAN**

Ce gisement, découvert par l'auteur, à 40 kil. à l'ouest de Sisteron et non loin du Mont Ventoux, est distant d'environ 65 kil. de l'affleurement nummulitique de Faucon (Basses-Alpes), décrit par M. Haug, le plus occidental qu'on connût jusqu'à présent dans les Alpes françaises. Il se compose d'assises verticales pincées dans les calcaires du Crétacé inférieur. Le calcaire de la Gourre est fortement zoogène et cristallin, à rares grains de glauconite, il se délite en dalles et contient à côté d'Huîtres et de *Pecten* indéterminables, de très nombreux et très beaux Bryozoaires, des *Lithothamnium* d'une conservation remarquable, des débris d'Echinodermes et de nombreux Foraminifères (? *Gypsina*, *Textularia*, Millioles, etc.) parmi lesquels des *Nummulites* de très petite taille, très souvent détruits par la recristallisation qu'a subie la roche. Reconnues d'abord, avec la plus grande netteté, dans des préparations (détermination confirmée par M. le Prof. Steinmann), ces *petites Nummulites* ont été retrouvées par M. Kilian, au moyen de la loupe, dans des échantillons qu'il vient de recueillir à la Gourre, au cours d'une récente exploration de cette localité, qu'il vient de visiter à nouveau avec le plus grand soin.

Une note détaillée fera connaître les résultats de l'examen microscopique des nouvelles préparations de ce calcaire qui vont être faites et qui permettront peut-être de fixer définitivement l'âge du Calcaire à petites Nummulites de la Gourre qui est en relations avec des sables, des argiles bariolées et des marnes à galets calcaires analogues à ceux du gisement oligocène d'Eygalayes, décrit par M. Paquier et peu éloigné de Séderon.

On conçoit facilement l'importance qu'aurait pour l'histoire des *mers éogènes* dans le bassin du Rhône, la détermination exacte de ce lambeau marin situé dans une portion des Chaînes subalpines qui passait pour être restée en dehors du domaine maritime jusqu'à l'époque du Miocène inférieur. En tous cas, la découverte de calcaire à Nummulites, près de Séderon, permet d'ores et déjà d'affirmer qu'il convient de reporter le rivage de la mer nummulitique *bien plus à l'ouest qu'on ne l'admettait jusqu'à présent.*

OBSERVATIONS STRATIGRAPHIQUES DANS LE NORD DU MASSIF DU VERCORS

par M. **P. LORY.**

On connaît la division longitudinale très nette du massif du Vercors en deux parties, délimitées par le pied ouest de l'anticlinal de Fourvoirie, c'est-à-dire, sur la plus grande partie de la longueur de ce pli, par la ligne d'étirement qui l'accidente, la célèbre *faille de Voreppe.* Seule la partie située à l'est est au point de vue tectonique le prolongement de la Chartreuse.

Dans la partie de la bande occidentale comprise sur la feuille *Grenoble* au 80.000me, la série stratigraphique présente nombre de particularités intéressantes, indiquées d'ailleurs depuis longtemps, pour la plupart, par A. Gras et Ch. Lory.

Depuis le Portlandien, étage le plus ancien qui affleure, jusqu'à l'Urgonien, cette série est continue [1]. Je rappelle que la limite du faciès subrécifal à Polypiers et Chamacées, qui, au sud de l'Isère, se dirigeait vers le sud-ouest à l'époque du Portlandien et du Berriasien (calcaires de l'Echaillon), se déplace au Valanginien moyen : jusqu'au sud de Saint-Gervais ces calcaires blancs massifs, oolithiques par places, forment une intercalation puissante dans les couches du Fontanil.

Après le dépôt des calcaires urgoniens supérieurs (Aptien inférieur), les lacunes et les ravinements apparaissent. C'est d'abord l'absence du Gargasien, complète dans la partie étudiée, puisque les « couches supérieures à Orbitolines » font défaut au nord de Romeyère. M. Paquier, qui a discuté avec beaucoup de sagacité les interprétations que l'on peut donner de cette lacune [2], adopte l'idée, formulée par Ch. Lory en 1852 [3], d'un exhaussement du Vercors au Gargasien, suivi d'une dénudation ; mais il regarde une émersion comme peu probable, et effectivement les courants de transgression du Gault peuvent avoir suffi à produire un décapage général du fond. L'importance de cette dénudation a varié suivant les points : elle « n'a laissé subsister que de petits lambeaux des marnes à Orbitolites et a rongé d'une manière

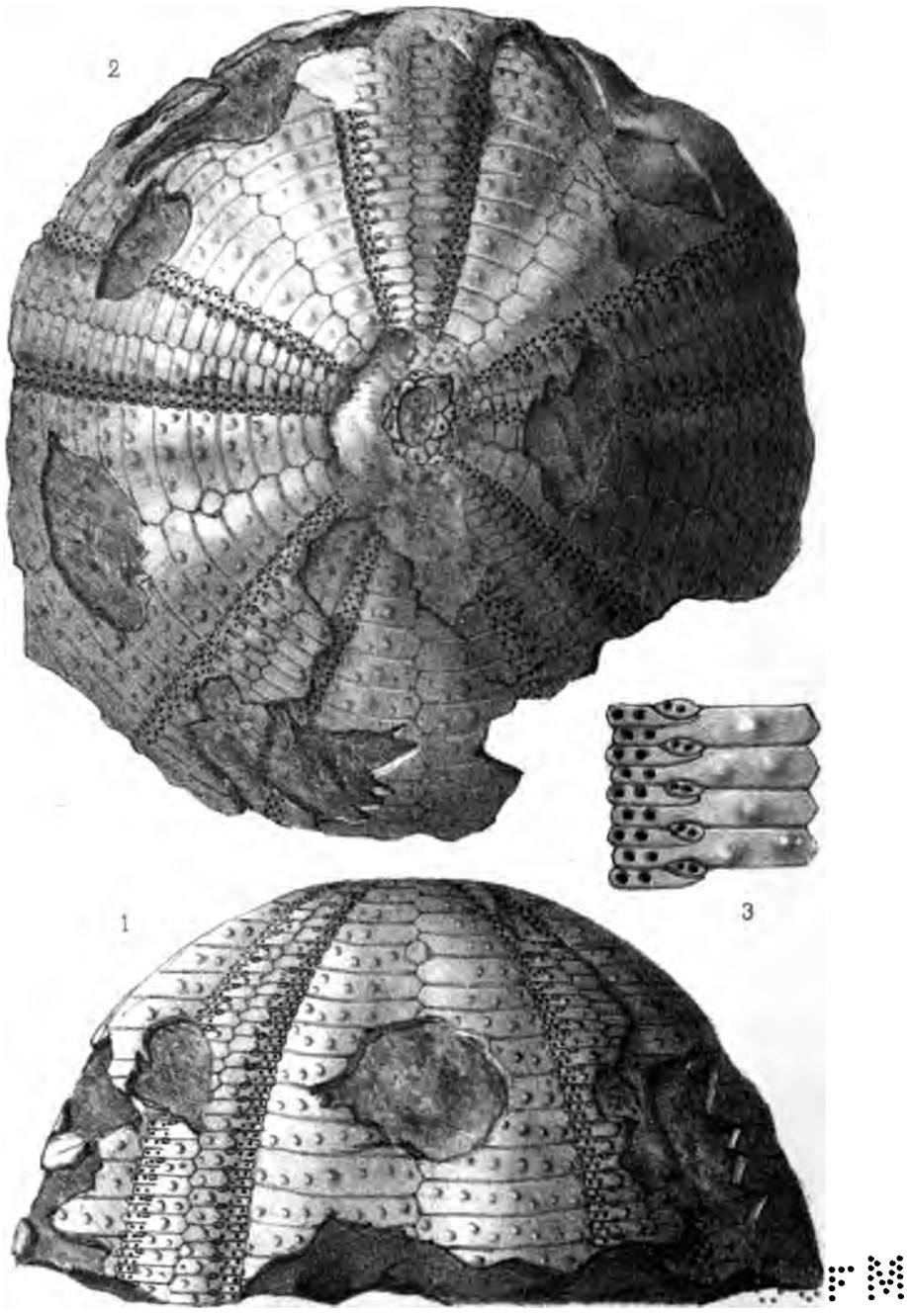
1. J'ai résumé ses caractères les plus saillants dans les *Not. géol. sur divers points des Alpes françaises* (en collab. avec M. Kilian, 1900).
2. *Diois et Baronnies*, p. 215, 216, 221. 222.
3. *Chartreuse*, p. 75.

inégales les couches supérieures des calcaires à Caprotines[1] ». Ces inégalités paraissent indiquer des ébauches de ridements, M. Paquier l'a fait observer (l. c., p. 222) pour les lambeaux de marnes, qui doivent être les traces de synclinaux. Inversement, les points où la masse calcaire supérieure de l'Urgonien est notablement réduite (ce cas existe, contrairement à ce que pense notre confrère), devaient appartenir à des anticlinaux. Il y a de ces points près de Feyssole et près de Veurey : dans cette dernière localité, le long de la Varaize, moins de dix mètres séparent le Gault de lits marneux à Orbitolines appartenant à l'assise moyenne de l'Urgonien.

Le Gault inférieur, le calcaire dit « lumachelle », débute aux Ecouges par une plaquette à faciès zoogène spécialement net, chargée de Spongiaires (*Cupulochonia?*) et d'*Alectryonia* du groupe de *flabellata*. Le grès phosphaté, qui plus à l'est représente le reste du Gault, fait défaut dans cette bande au nord de Romeyère. D'ailleurs on voit l'épaisseur de la lumachelle elle-même varier de 7 à 2 mètres, et, en quelques points, elle manque entre l'Urgonien et le Sénonien. La lacune, qui, dans tous ces massifs subalpins du nord, existe sous le Campanien, descend donc ici plus bas que d'habitude ; elle monte aussi plus haut, comme Ch. Lory l'avait mis en évidence[2] : les premières couches sénoniennes ne correspondent qu'au sommet des lauzes à Bryozoaires[3], ou même plus au sud, appartiennent déjà aux calcaires à silex[4]. C'est la région occidentale qui a dû fournir les graviers de Gault répandus aux environs de Grenoble jusque dans cette seconde assise du Sénonien. Cette partie du massif a dû rester surélevée plus longtemps que le reste à la suite des mouvements antésénoniens.

Les mouvements éogènes y ont été plus sensibles encore : il y avait des saillies formées dès l'Eocène inférieur, alors que les crevasses de lapiaz, les puits, les grottes, creusés dans ce territoire

1. Ch. Lory, p. 75.
2. Cf. notamment *Descr. Dauphiné*, p. 356.
3. Cf. P. Lory, *B. S. G. F.* (3), XXVIII, p. 781. La constitution de ces premières couches est bien voisine de celle des lauzes supérieures, figurée par MM Hovelacque et Kilian (*Alb. de Microphotographies*), et s'éloigne au contraire de celles des calcaires à silex, à petits Foraminifères et spicules, qui les recouvrent. — C'est par suite d'un lapsus, évident d'ailleurs, que dans l'article ci-dessus il est question de la partie « orientale » du Vercors, au lieu de « occidentale ».
4. V. Paquier, *op. c.*, p. 289.

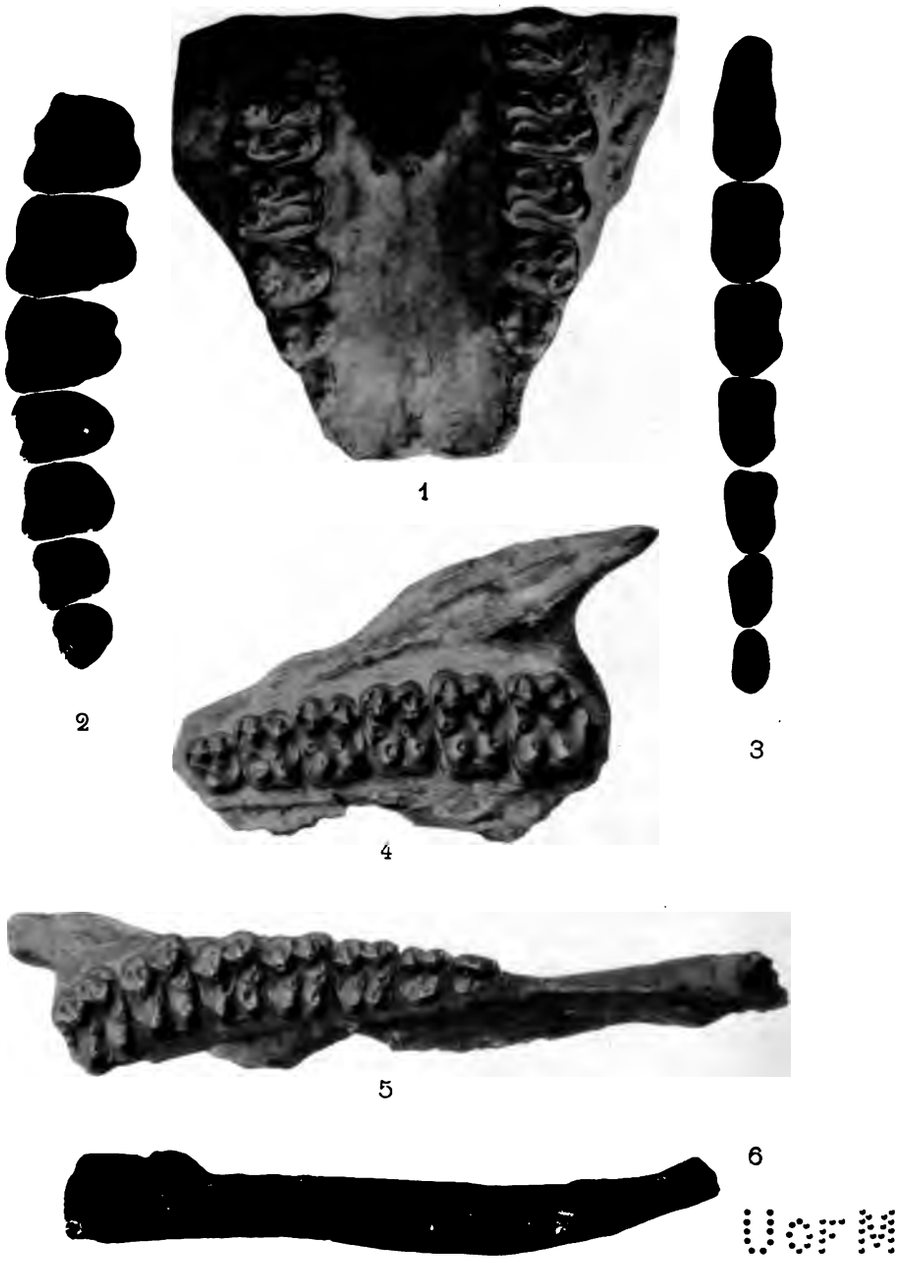


F. Gauthier, del. et lith. Imp. Lemercier, Paris.

Noetlingia Monteili Gauthier.

Note de M. Ch. Depéret

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série. T. I Pl. IV
(Séance du 4 Mars 1901)

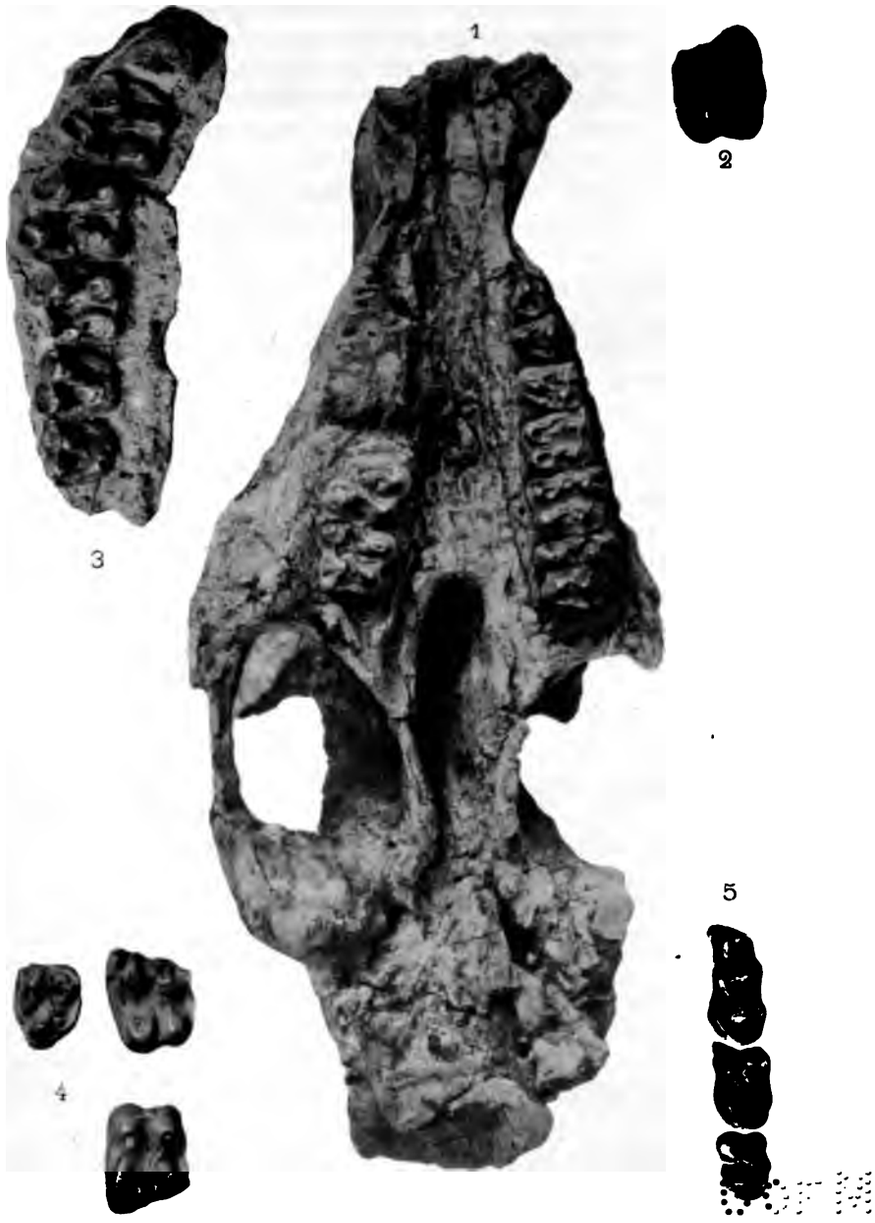


Clichés Sohier Phototypie Sohier. Champigny-s/Marne

Révision des Hyracothéridés européens

Note de M. Ch. Depéret

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série. T. I Pl. V
(Séance du 4 Mars 1901)

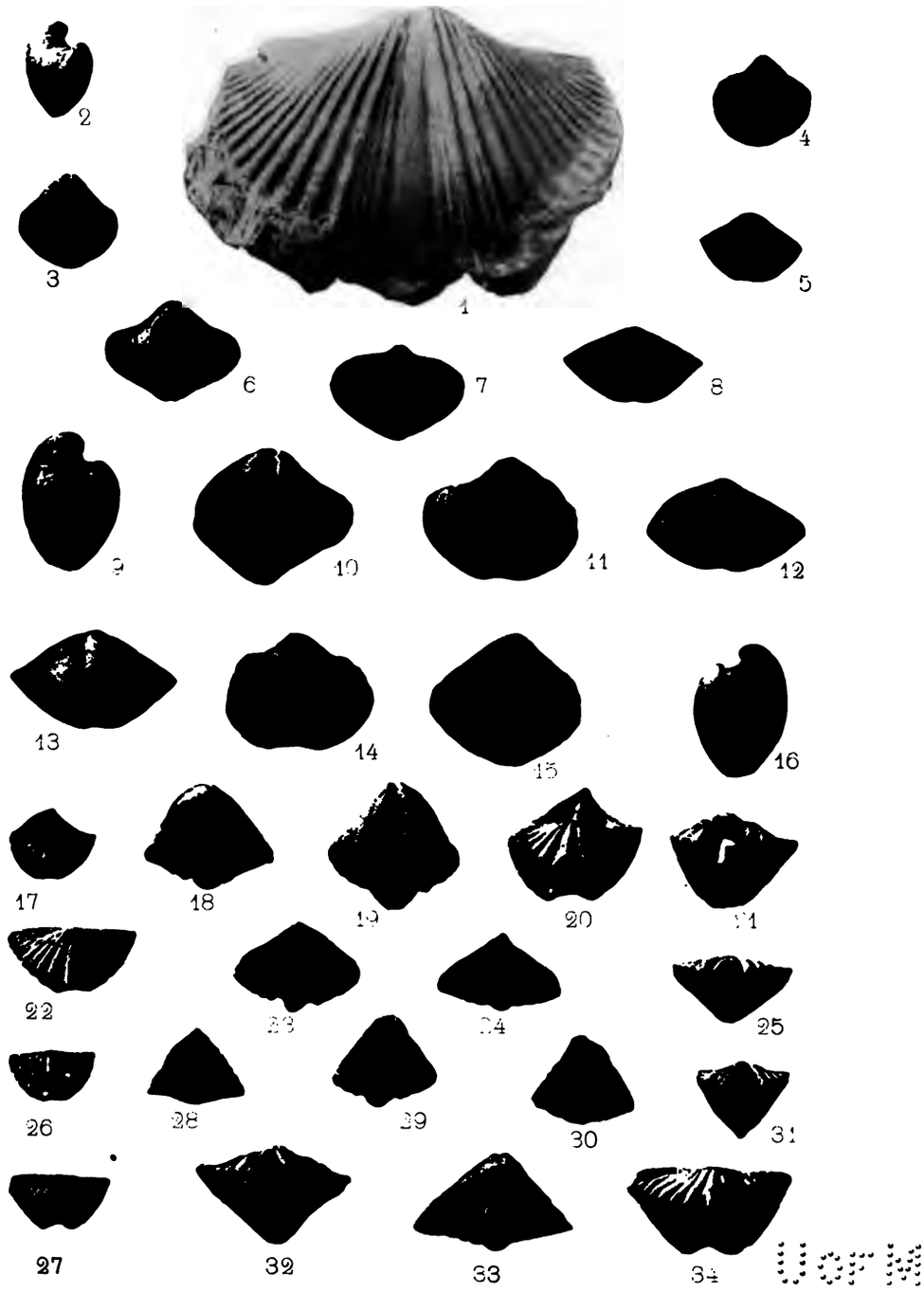


Clichés Sohier Phototypie Sohier. Champigny-s/Marne

Révision des Hyracothéridés européens

Note de M. D.-P. Ehlert

Bull. Soc. Géol. de France. 4e Série, T. I, Pl. VI.
Séance du 18 Mars 1901.



De G. Pilarski imp. 27, Rue de Coulmiers, Paris

Fossiles Dévoniens de Santa-Lucia

émergé, s'emplissaient de sables réfractaires [1]. Car, entre autres raisons, il fallait des pentes notables pour permettre aux ruisseaux de transporter les gros galets de calcaires crétacés demi-roulés que l'on voit çà et là se mêler aux sables. Mais c'est surtout la transgression burdigalienne [2] qui met en évidence le redressement des couches : il est en général d'autant plus marqué (Ch. Lory a insisté sur ce fait) que l'on est plus loin des chaînes alpines. Il y a par endroits, comme vers la scierie des Ecouges, une véritable discordance. Vers l'est, il devait y avoir un haut fonds vers Planfay (massif de la Chartreuse), où localement le substratum est l'Urgonien comme à l'ouest.

En résumé, antérieurement aux grands plissements on constate une différenciation de la bordure occidentale par rapport au reste des massifs calcaires, les mouvements orogéniques y étant moins insensibles et l'affaissement à certaines époques plus tardif et plus lent. Manifestement, durant une grande partie du Secondaire cette bande s'est trouvée voisine du bord du géosynclinal alpin.

Tectonique. — La tectonique des massifs subalpins au voisinage de la cluse de l'Isère est presque entièrement bien connue. Voici cependant quelques points que je puis signaler : 1°. Une faille, du système de celles qui ont déterminé l'emplacement de la cluse, dédouble la barre valanginienne du Fontanil et devait délimiter, avec celle que M. Kilian a figurée sous Aizy [3], un compartiment abaissé transversalement. — 2°. Un curieux dédoublement se produit dans le synclinal Veurey-Rencurel, au ravin de la Rivière, avec relaiement de la « faille » de Voreppe par une ligne d'étirement extérieure. — 3°. Il y a dédoublement temporaire et dépression transversale de l'anticlinal de Montaud au-dessus de Saint-Gervais : le cours inférieur de la Drevenne a emprunté cette dépression. — 4°. A l'est se place, au bord interne des massifs calcaires, *un chapelet de dômes*, ceux du Rocher de l'Ours, du Moucherotte, du Berluchon, séparés par les rentrants synclinaux, plus ou moins étirés, du col de l'Arc et de l'Isère [4]. La retombée du dôme du Moucherotte vers l'est est très visible, surtout du Peuil-de-Claix à Seyssins. Elle est tranchée orthogonalement, sans

1. Voir in Kilian, *Ann. Univ. Grenoble*, t. X, l'exposé de cette formation des sables éocènes par ruissellement et décalcification.

2. Elle amène d'abord dans l'ouest la formation de calcaires gréseux à Bryozoaires, très riches en *Pecten præscabriusculus* et *P.* du gr. de *restitutensis*.

3. *Livret-Guide Congrès 1900*, Exc. XIIIe, Pl. I.

4. D'après les observations de Ch. Lory, de M. Kilian et les miennes.

en être autrement affectée, par l'extrémité nord, coudée presque à angle droit, de l'anticlinal linéaire de Saint-Ange [1], ce pli se comporte donc comme un élément tectonique postérieur. C'est un bon argument à l'appui de l'idée que j'avais émise déjà [2] sur la structure de cette partie du Bord subalpin et de son voisinage : superposition de deux sortes d'éléments tectoniques formés successivement, des dômes ayant précédé, cas d'ailleurs si fréquent, les éléments linéaires qui constituent ici un petit faisceau déversé vers l'intérieur des Alpes.

DISCORDANCE DU CAMBRIEN SUR LE PRÉCAMBRIEN PRÈS DE RENNES

par M. F. KERFORNE

La pénéplaine précambrienne de Rennes est limitée au sud par les hauteurs cambriennes de Pont-Réan. Malgré la longueur et la netteté topographique de la ligne de contact, on n'avait pu y constater encore la discordance signalée ailleurs entre le Cambrien et le Précambrien. Elle existe cependant et j'ai pu l'observer avec toute la netteté et la précision désirables.

A 4 kil. 5 à l'est de Pont-Réan, un peu au nord de la bifurcation des routes de Laillé à Bruz et de Laillé à Saint-Erblon, une carrière est ouverte à la limite des deux formations. La coupe ci-contre montre ce qu'on y observe.

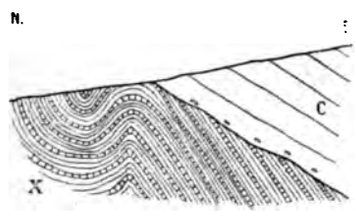


Fig. 1. — Discordance du Cambrien sur le Précambrien au sud de Rennes.

X, Précambrien ; C, Cambrien.

Le Précambrien est représenté par des schistes argileux bleu-verdâtre, jaunâtres par décoloration, entremêlés de très nombreux petits bancs de grès argileux de couleur bleu-verdâtre, en général assez foncée (= Grauwacke de quelques auteurs). Ces petits bancs sont bien calibrés et coupés de nombreuses dia-

1. Pli signalé par M. Kilian, *C.-R. Ca. g.* pour 1895, p. 108.
2. *Plis refoulés vers Belledonne. C.-R. Ac. Sc.*, 26 déc. 1898.

clases perpendiculaires au plan de stratification ; par suite de cette disposition ils se débitent naturellement en petits parallélipipèdes plus ou moins réguliers ; on les utilise pour l'empierrement des routes. Quelques filonnets de quartz blanc laiteux s'observent çà et là.

Ces couches dessinent un pli en S et plongent au sud.

Dans la partie méridionale de la carrière, elles supportent sur leur tranche les assises cambriennes ayant même plongement mais une plus grande inclinaison sud.

Le Cambrien est formé à sa base de schistes argilo-siliceux vert clair, à texture compacte et à schistosité à peu près verticale, faisant par conséquent un angle assez prononcé avec le plan de stratification.

A quelques mètres au sud, dans une seconde petite carrière, on observe le passage de ces schistes verts aux schistes rouges typiques. Ce passage est graduel et présente des intercalations alternativement vertes et rouges ; la texture des schistes verts est la même que celle des schistes rouges. Il ne saurait y avoir aucun doute sur leur assimilation au Cambrien.

En étudiant les premiers bancs reposant sur le Précambrien, on constate qu'il ne s'y trouve pas de poudingue comparable lithologiquement à celui de Montfort, Oignies, etc ; mais, à une quinzaine de centimètres de hauteur dans le schiste se trouvent des petits galets empruntés aux bancs gréso-argileux du Précambrien sous-jacent. Ces galets sont très peu roulés ; quelques-uns ont la forme de parallélipipèdes à arêtes arrondies. Ces faits confirment la discordance observée et montrent qu'au début du Cambrien, les grès argileux précambriens étaient déjà coupés de diaclases et se débitaient en parallélipipèdes comme à l'époque actuelle.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES
A SUMATRA ET A BORNÉO

par M. Carl SCHMIDT

I. — Sumatra

Les traits généraux de la constitution géologique des parties sud de l'île de *Sumatra* sont particulièrement nets sur une coupe transversale de l'île allant du sud-ouest au nord-est, de l'île d'Engano dans la mer des Indes, à l'île de Bangka dans la mer de Chine, en passant par Manna au sud de Benkoulen, le volcan Dempo, Lahat et Palembang. (Voir la coupe p. 263). Toute cette région a été étudiée, d'une manière générale, par R.-D.-M. Verbeck. Cet auteur a publié en 1881 une description topographique et géologique de la partie sud de Sumatra avec une carte à l'échelle de 1/500.000 [1]. et en 1897 une monographie de l'île de Bangka [2].

La côte sud-ouest de Sumatra, ainsi que les îles qui longent cette côte, sont formées par des sédiments tertiaires renfermant de la houille. Ce Tertiaire, attribué au Miocène et au Pliocène, constitue au sud de Benkoulen une série de couches, plongeant au sud-ouest et s'élevant à l'opposé à une altitude de 300 m., pour venir buter le long d'une faille contre des couches paléozoïques fortement redressées. Cette *zone bordière tertiaire* de l'île a dans cette région une largeur de 30 kilomètres environ.

La « *chaîne centrale* » constitue une région large d'environ 50 kilomètres, où nous trouvons des calcaires siliceux et des schistes paléozoïques fortement plissés, du granite et des roches volcaniques récentes. Ces dernières couvrent une grande étendue ; elles forment toute la partie nord-est de la chaîne centrale et supportent le Dempo, volcan en activité, de 3.176 m. de haut. Vers le nord-est comme au sud-ouest la chaîne centrale est séparée par une faille d'un *vorland* tertiaire.

A partir du bord de la chaîne centrale près de Lahat sur une longueur de 210 kilomètres, s'étend le *bas-pays de Palembang*,

1 *Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie*. Jaargang X, eerste Deel 1881.

2. *Ibid.* Jaargang XXI, 1897.

traversé par le Mousi et ses affluents. D'après la carte de Verbeck, tout ce pays est couvert par le « *Zeediluvium* » ou par le « *Rivier, alluvium* »; ce n'est que dans le voisinage des montagnes dans le sud-ouest que la carte de cet auteur indique quelques affleurements isolés de Tertiaire et de roches éruptives. Grâce à des puits, profonds de 5 à 10 mètres, on peut constater presque partout, au-dessous d'une couche d'*alluvium* ou de *latérite*, la roche en place, constituée soit par du Tertiaire, soit par des roches volcaniques. La plus grande partie est formée par le Néogène, dont les couches forment des plis plus ou moins redressés et arasés.

Les couches que l'on peut attribuer au Miocène sont des calcaires gréseux. On les trouve vers l'ouest en bordure de la chaîne centrale, mais j'ai pu les constater aussi, plus à l'est, dans le bas-pays, où elles forment, souvent accompagnées de roches éruptives, les noyaux des anticlinaux. C'est ainsi que le Miocène se trouve au Boukit [1] Pendopo entre le Mousi et le Lematang, près de Melamoum au sud du Lalang, et près de Bioukou à l'ouest de Palembang, où l'on a rencontré au-dessous de marnes pliocènes des calcaires, probablement miocènes, métamorphisés au contact avec une roche éruptive.

La plus grande partie de la région est occupée par des marnes, que nous envisageons avec Verbeck comme pliocènes. La puissance de ces marnes est au moins de 2000 mètres. On trouve disséminés çà et là, quelquefois en assez grand nombre, des fossiles tels que *Conus*, *Fusus*, *Tellina*.

Des lignites associés à des grès, qui s'intercalent dans les marnes, sont assez répandus et forment des bancs ayant jusqu'à 5 mètres d'épaisseur. Ces lignites occupent localement des niveaux bien déterminés. — Les couches du Pliocène et du Miocène sont en parfaite concordance, et leur séparation est peu tranchée.

La direction des plis du Néogène montre un parallélisme remarquable avec la direction de la chaîne centrale. Dans les hautes parties de la résidence de Palembang la chaîne centrale forme un arc, qui est convexe vers le sud-ouest; au nord-ouest de la même résidence la chaîne centrale est dirigée vers l'ouest-nord-ouest. De même les plis du Tertiaire sont dirigés : E.-O. entre l'Ogan et le Lematang, S.E.-N.O. et S.S.E.-N.N.O. dans les environs du Mousi et du Rawas et enfin E.S.E.-O.N.O. au sud du fleuve Lalang (Voir la carte de Verbeck).

Au milieu des couches tertiaires du « vorland » on rencontre

1. Boukit (Boekit) veut dire « colline ».

des massifs de roches volcaniques, qui n'ont plus la forme de cratères. Verbeck mentionne de semblables massifs dans le Miocène du « Goemai-Gebergte » au sud de Tebing-Tinggi dans le Pliocène entre le Enim et le Lematang à l'est de Lahat. Sur ce dernier point on voit surgir de la plaine une chaîne de montagnes boisées, dont la longueur du nord au sud est à peu près de 30 kil. et qui se termine vers le nord par le sommet pointu du Boukit Serillo (600 m.), dont l'ascension n'a jamais été faite. La roche du Boukit Serillo mentionnée par Verbeck [1] est une *andésite* grise à hornblende et à augite avec une pâte microlitique.

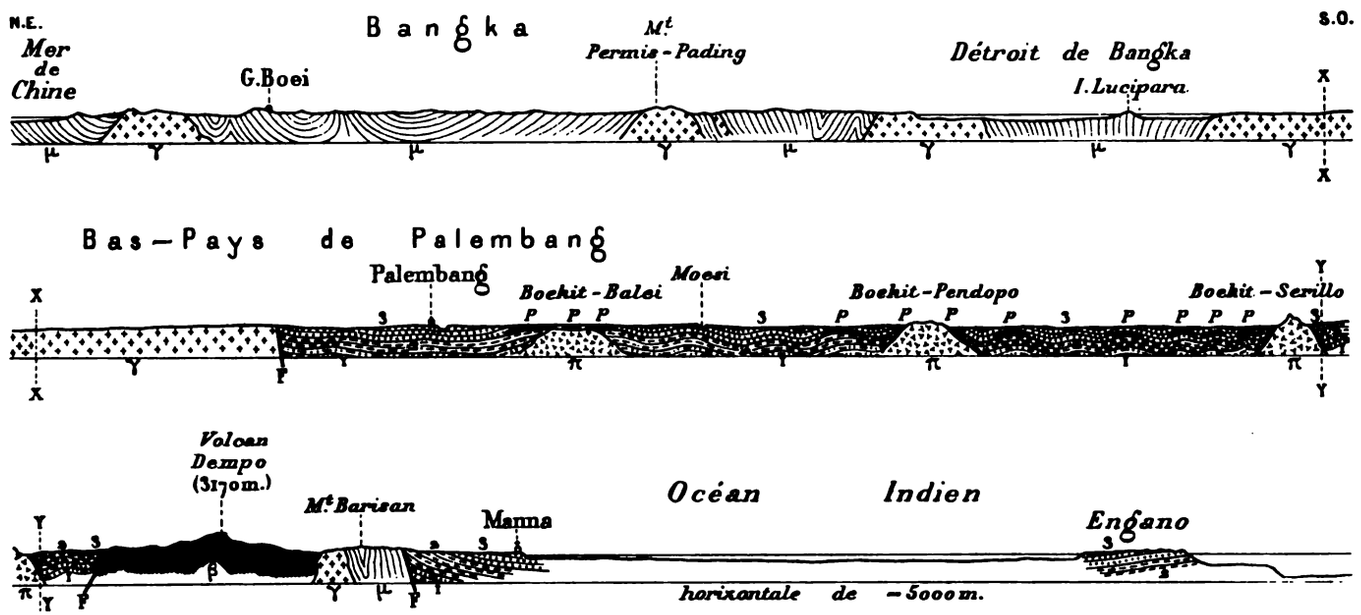
La hornblende verte est très décomposée et a donné, comme produit de décomposition, surtout de la titanite. La roche, prise en entier, contient 0,87 °/₀ de TiO^2, tandis que dans les éléments basiques seuls, dont la densité est supérieure à 3, la teneur en TiO^2 monte à 2,77 °/₀.

A peu de distance du Boukit Serillo, au Boukit Besar, j'ai trouvé des andésites à augite avec du Péridot, et j'ai vu dans les ravins descendant de ces montagnes des blocs d'une roche d'un aspect absolument dioritique.

En outre des massifs éruptifs du Boukit Serillo et du Boukit Besar, la région possède un autre petit massif du même genre, que nous avons découvert au *Boukit Pendopo*, au milieu du pays tertiaire entre le Mousi et le Lematang, sur la frontière des départements de Mousi Ilir et de Tebing-Tinggi, à 130 kilomètres ouest de Palembang. La roche éruptive forme en ce point une petite cime arrondie, boisée, qui s'élève à 100 mètres au-dessus du pays, couvert de « Bosch ». J'ai pu suivre le contact entre la masse éruptive et le Tertiaire seulement vers le nord et vers l'est.

Au nord-est du Boukit Pendopo on rencontre les marnes du Pliocène, qui plongent à 10°-20° vers le nord-est et au pied de la colline même on voit surgir sur une longueur de 300 à 500 mètres les gros bancs de calcaires gréseux, miocènes, inclinés de 30° à 70° vers le nord-est. La partie du massif éruptif lui-même que j'ai pu étudier couvre une surface d'un demi-kilomètre carré à peu près, et sur cette petite étendue l'on trouve une très grande différentiation des roches. Au sommet de la colline, c'est-à-dire à une distance de 400 mètres de la bordure du massif, on trouve une roche à grain moyen holocristalline, qui a l'aspect d'une *diorite* (Var. I). Les éléments essentiels de la roche sont un labrador basique et le diallage, la texture est ophitique : nous avons donc au centre

1. *Loc. cit.*, p. 126.



Profil de Bangka et du sud de Sumatra. — Echelle 1/1.500.000.

3, Pliocène et Miocène supérieur ; 2, Miocène moyen ; 1, Miocène inférieur ; μ, Schistes paléozoïques ; *p*, Gîtes pétrolifères ; β, Roches éruptives récentes, basaltes ; π, Roches éruptives tertiaires ; γ, Granites ; F, Failles.

du Boukit Pendopo un *gabbro ophitique*. A une distance de 250 mètres environ de ce gabbro vers la périphérie du massif j'ai recueilli une roche verte, à texture porphyrique (Var. II). L'élément de première consolidation est un labrador, la pâte est holocristalline et se compose de bytownite, d'augite et de quartz. Je désigne cette roche comme *porphyrite augitique à quartz*.

Partout où j'ai pu constater le contact de la roche éruptive avec le Miocène, j'ai trouvé des variétés, plus ou moins fraîches, qui ont un aspect franchement andésitique (Var. III). On y distingue à l'œil nu, dans une pâte violacée, des cristaux de feldspath d'une longueur de 2 millimètres en moyenne. Ce feldspath, de première consolidation, est un oligoclase basique; l'autre élément du premier stade est une hornblende décomposée. La pâte offre au microscope une fluidalité marquée, et se compose d'une matière feldspathique confusément cristallisée. La roche est, d'après sa composition minéralogique, une *porphyrite à amphibole* ou une *andésite à hornblende*.

Les trois types de roches ont été analysés dans le laboratoire de M. Duparc à Genève. Voici les résultats de cet examen :

	Var. I	Var. II	Var. III
SiO^2	45,17	53,21	67,35
Al^2O^3	16,06	20,25	15,00
Fe^2O^3	5,23	1,95	3,76
FeO	4,45	6,05	1,68
MgO	12,74	1,68	1,65
CaO	10,79	6,04	1,83
Na^2O	1,74	3,22	4,63
K^2O	1,77	2,51	2,12
Perte au feu	2,88	4,49	2,83
	100,83	99,44	100,85

Le *gabbro ophitique* (Var. I) montre la composition moyenne des diabases, la *porphyrite augitique* (Var. II) celle des porphyrites augitiques et des andésites, tandis que la *porphyrite à amphibole où l'andésite à hornblende* (Var. III) se distingue des andésites les plus acides par sa faible teneur en chaux et se rapproche des roches trachytiques.

On peut présumer que cette liaison intime de roches diabasiques avec des types andésitiques et trachytiques se retrouve en d'autres points de l'île de Sumatra, par exemple dans le massif du Boukit Serillo et du Boukit Besar. Il en est de même, d'après Verbeck [1],

1. *Loc. cit.* p. 118.

sur le versant est de la montagne Amboung-Bras située à 100 kilomètres à l'ouest du Boukit Pendopo.

Un troisième affleurement, de roche éruptive, au milieu du Tertiaire, est à signaler à 45 kilomètres à l'ouest de Palembang entre le Mousi et le Banjou-Asin. On y a observé sur une longueur de 20 kilomètres des sources de naphte, qui ont donné lieu à des sondages pétrolifères. On a rencontré au-dessous de marnes, à 50 mètres de profondeur, des calcaires grenus, blancs et gris (calcaire miocène, métamorphisé au contact avec une roche éruptive), puis vers 100 à 200 mètres une *liparite*, du type des *névadites*.

Au nord-est du bas-pays de Palembang, qui s'étend sur le Tertiaire et des roches éruptives, est située l'île de *Bangka*, où l'on ne rencontre que des granites et des schistes paléozoïques fortement plissés. C'est ainsi que la continuation de la péninsule de Malacca vers le sud-est est formée par Bangka, Billiton et les îles Karimoun au nord de Java. Les eaux peu profondes du détroit de Bangka semblent tout d'abord former la limite entre le Tertiaire de Sumatra et les régions paléozoïques de Bangka. Verbeck [1] indique l'île Lucipara, située très près de la côte de Sumatra, comme constituée par des grès paléozoïques et il suppose que la limite des roches anciennes vers le sud est voisine de la ligne qui va de Lucipara à Kebatou. (Voir *Kaart*, N° 1. Verbeck. *Bangka en Billiton*).

Mais à Palembang M. G. Fischer m'a fait voir des granites absolument identiques aux granites caractéristiques de Bangka. M. Fischer a trouvé ces granites dans le pays marécageux situé à 63 kilomètres à l'est de Palembang et 77 kilomètres à l'ouest de Lucipara.

D'après cette observation il existerait donc au sud des grès paléozoïques de Lucipara et sur l'île même de Sumatra un nouveau massif granitique. La limite entre le noyau paléozoïque de l'archipel malais et la région du Tertiaire de l'île de Sumatra passerait donc par le bas-pays de Palembang et c'est là que nous aurions à admettre l'existence d'une grande faille.

Au cours de mes recherches j'ai eu l'occasion de faire quelques observations sur la formation de la latérite. Pour pouvoir mesurer le plongement des couches du Tertiaire il fallait presque toujours creuser des puits à travers la latérite. C'est ainsi que par exemple j'ai pu constater la présence, en place, des marnes grises

1. *Geol. Beschr. van Bangka en Billiton*, p. 53 et 83.

sableuses du Pliocène en couches minces dès la profondeur de 4 mètres. Entre 4 mètres et 3 mètres de profondeur ces marnes ont une teinte jaunâtre ou rougeâtre due à la présence de l'oxyde de fer ; elles conservent néanmoins leur schistosité. De la profondeur de 3 mètres à la surface on rencontre une masse argileuse homogène d'un rouge ou d'un jaune très vif, c'est la latérite ordinaire du pays. J'ai fait faire dans mon laboratoire, par le Dr Hinden, l'analyse de ces trois types de roches, et l'on a trouvé :

	I	II	III
A la profondeur de. . . .	5 m.	3 m. 5	1 m.
	—	—	—
SiO^2	68,66	69,55	73,50
Al^2O^3	14,28	15,69	15,68
Fe^2O^3	4,69	3,46	3,87
MgO	2,46	0,58	0,18
Na^2O.	.....	0,26	0,09
K^2O	.....	0,96	0,78
Perte au feu	10,63	8,60	5,75
	100,72	99,10	99,85

Je me propose de continuer l'étude de ces types en établissant le processus de la décomposition des marnes pliocènes, qui semble être de toute autre nature que dans les granites, dont la latéritisation a été étudiée par M. Bauer.

II. — Bornéo.

Mes observations géologiques sur Bornéo se rapportent exclusivement aux côtes nord-ouest du « British North Borneo ». J'ai étudié, en particulier, les terrains de l'Eocène pétrolifère de Labuan et des localités voisines du Sultanat de Brunei.

Th. Posewitz [1] expose dans son ouvrage sur la géologie de Bornéo les traits généraux de la géologie de cette contrée; ces notions peuvent être complétées par les publications de J. Motley [2] et de J. E. Tennison-Woods [3].

La région tertiaire forme au nord-ouest de Bornéo une zone bordière, le long de la côte, large de 60 à 100 kilomètres. Ce sont des schistes argileux, des grès, des conglomérats, qui renferment de la houille et sont pétrolifères. On les envisage comme éocènes.

1. Th. Posewitz. *Borneo*, Berlin, Friedlænder, 1889.
2. J. Motley. Report on the geological phenomena of the island of Labuan. *Quart. Journ. geol. soc.*, 1853, p. 54.
3. J. E. Tennison-Woods. The Borneo coal fields. *Nature*, 1885. Vol. 31.

Ces dépôts sont affectés de plis aux allures sinueuses mais ayant en général une direction S.O.-N.E. Ce sont presque partout des plis droits, arasés. Le nord de l'île de Labuan est traversé par un pli déjeté vers le nord-ouest. En beaucoup de points, on constate la présence de sources de naphte et de volcans de boue, dont l'affleurement est aligné le long de la direction des plis et dont la situation est sans exception sur les axes de ces plis.

C'est ainsi que, sur l'axe d'un de ces plis, eut lieu près de la côte de la péninsule de Klias, à l'est de Labuan, une éruption boueuse, dont le résultat fut la formation d'une nouvelle île, le 21 septembre 1897. Cette éruption fut précédée de quelques heures par deux violentes secousses de tremblement de terre, dont le point de départ se trouvait probablement dans l'île de Mindanao (Philippines) et qui causèrent de grands désastres. Ce même ébranlement fut ressenti jusqu'en Europe [1]. Le mécanisme de la formation de cette île nous semble fort simple. Dans l'axe de ce pli droit, arasé, s'était amassée au milieu des couches sableuses une masse boueuse, mêlée de naphte et de gaz. Les pressions développées par des secousses sismiques ont poussé toute cette masse vers le haut, soulevant le fond de la mer peu profonde. L'île ainsi formée avait 230 mètres de long, 140 mètres de large, et une hauteur de 20 mètres. Le choc des vagues contre les matières meubles qui la constituent a déjà diminué son étendue et la fera disparaître en peu d'années. La formation de cette île est sans doute analogue à celle de l'île Kumani, qui surgit en mai 1861 dans la mer Caspienne [2].

Les gisements de pétrole que j'ai étudiés et que l'on commença à exploiter dans l'archipel malais, il y a à peu près douze années, sont tous d'âge tertiaire. On les trouve dans l'Eocène, dans le Miocène et dans le Pliocène ; ils n'ont pas de niveau stratigraphique défini et sont toujours liés à des couches sableuses, intercalées dans des marnes ou des argiles. J'ai pu constater aussi bien à Sumatra et à Java qu'à Bornéo que les gîtes vraiment productifs sont toujours, sans exception, localisés dans l'axe d'anticlinaux surbaissés, dont les flancs possèdent un pendage maximum de 50° environ.

1. Voir : G. Agamemnone. I terremoti nell'isola di Labuan (Borneo) del 21 settembre 1897. *Atti R. Acad. dei Lincei*, Roma, 1898. Rendic. Vol. VII, 2° sem., q. 155.

2 Voir H. Abich. Ueber eine im caspischen Meere erschienene Insel. *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St-Pétersbourg*, VII sér., t. VI. n° 5; 1863.

Séance du 6 Mai 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

Il fait part du décès de M. **Henri Porteret**, membre de la Société depuis 1896.

En annonçant la nomination de M. **René Zeiller** à l'Académie des Sciences, il se fait l'interprète des membres de la Société pour présenter ses félicitations à l'éminent paléontologiste.

M. le Dr **Labat** offre à la Société une brochure dont il est l'auteur, intitulée : *Climat et eaux minérales de l'Angleterre* (Paris, Baillière, 1900).

M. J. Bergeron offre à la Société, au nom de M. le Dr **Imbeaux**, un volume qu'il vient de faire paraître et qui est le premier d'une publication sur *L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition universelle de 1900*. Il porte en sous-titre : *Compte-rendu des derniers progrès et de l'état actuel de la science sur ces questions*, et il le justifie pleinement. En effet, l'examen de tout ce qui se trouvait disséminé dans l'exposition, concernant ces deux questions, n'occupe qu'une quinzaine de pages ; par contre le reste du volume, c'est-à-dire plus de trois cents pages, est consacré uniquement à l'alimentation des villes en eau.

Le paragraphe concernant la provenance des eaux est un vrai traité sommaire d'hydro-géologie, écrit avec une compétence peu commune. M. le Dr Imbeaux, en effet, depuis 1897, époque à laquelle il fit paraître un ouvrage sur *Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle*, qui produisit une grande impression dans le monde médical parce qu'il apprit aux hygiénistes qu'ils pouvaient trouver des auxiliaires dans les géologues, n'a cessé d'étudier la question de la recherche des eaux en France comme à l'étranger. Dans le présent volume il a résumé ses connaissances comme hygiéniste, comme géologue et comme ingénieur, pour le plus grand profit de ses lecteurs.

M. **J. Bergeron**, à propos de la communication faite par M. C. Schmidt dans la dernière séance à laquelle il n'a pu assister, signale le fait qu'en Roumanie les principaux gisements de pétrole

sont situés également dans des anticlinaux. Son élève et ami M. Goldberg a été à même de le constater, en particulier dans le district de Campina. Il lui a paru intéressant d'attirer l'attention sur cette similitude des gisements en des régions si éloignées l'une de l'autre, la théorie de l'origine du pétrole ne pouvant s'établir que par la comparaison des principaux gîtes entre eux.

M. G. Dollfus présente à la Société géologique un opuscule de M. **Rutot**, actuellement président de la Société belge de géologie, d'hydrologie et de paléontologie, dans lequel il a examiné la circulaire ministérielle française récente sur l'instruction des projets pour l'alimentation en eaux des communes de France.

Il observe que le programme très intéressant qui a été dressé pour cette étude est fort voisin de celui qui a été préconisé en Belgique par M. Van den Broeck dès 1890 et qui donne la première place à l'enquête géologique. C'est un grand honneur pour notre science, mais c'est aussi une tâche difficile, car la responsabilité des questions pratiques qui va incomber aux géologues qui ont accepté ces fonctions s'en trouvera considérablement accrue. A moins de faire seulement du rapport géologique une simple formalité administrative de plus, le géologue sera forcé de donner un avis comprenant les voies et moyens nécessaires pour prendre possession de l'eau signalée, il devra indiquer les côtés défectueux des projets présentés et les corrections qu'il jugera indispensables d'y faire apporter.

Mais ces études seront d'autre part pour le géologue un enseignement très important, il groupera des détails souvent perdus, il aura entre les mains des moyens d'action matérielle : sondages, tranchées, nivellements, etc., qui lui font trop souvent défaut dans ses études théoriques habituelles et dont le manque se fait particulièrement sentir dans la construction des cartes.

M. G. Dollfus offre à la Société, de la part de M. **E. Van den Broeck**, une brochure qu'il vient de publier sous le titre de *Dossier hydrologique du régime aquifère en terrain calcaire. Rôle de la géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires.*

La circulation des eaux souterraines en terrain calcaire, rocheux ou crayeux est très différente de ce qu'elle est dans tous les autres terrains, et il est impossible d'en donner une théorie qui soit vraie dans tous les cas. M. Van den Broeck en développe des exemples tirés de l'examen du calcaire carbonifère de Tournai en couches un peu inclinées, du calcaire dévonien de Rémouchamp

très redressé, de divers calcaires de Han-Rochefort qui sont très plissés. Fréquemment le bassin hydrologique ne correspond pas au bassin géographique et l'intervention d'une stratigraphie de détail est nécessaire pour déterminer l'origine réelle et la nature des sources. L'auteur qui a autrefois déjà si heureusement exposé le rôle du géologue au premier plan dans la recherche des eaux alimentaires, développe aujourd'hui son programme en faisant entrer en ligne de compte les méthodes nouvelles pour la recherche des parcours souterrains avec l'emploi de la fluorescéine, de la levure de bière, ou l'analyse des nitrates. Notre aimable vice-président tiendra volontiers des exemplaires de son travail à la disposition de ceux de nos confrères qui voudront lui en faire la demande, ils trouveront certainement dans ce petit volume, les questions de polémique mises de côté, une foule de renseignements qu'ils arriveront à dégager utilement.

A propos de la transmission de la note de M. Rutot par M. G.-F. Dollfus, M. G. **Ramond** informe la Société qu'il a échangé plusieurs lettres avec MM. **Van den Broeck**, **Putzeys**, Ingénieur des eaux de la Ville de Bruxelles, etc.

Il résulterait de ces correspondances que, en Belgique comme en France —, on préfère toujours, pour l'alimentation des villes, *une bonne eau de source* aux eaux de rivière ou à celles des nappes superficielles, filtrées : le filtrage n'est qu'un pis-aller. Mais on le pratiquerait, paraît-il, en Belgique, dans d'excellentes conditions, et qui répondent aux prescriptions de la plus rigoureuse hygiène.

M. G. **Dollfus** présente à la Société une courte note extraite du dernier numéro de la Feuille des Jeunes Naturalistes sur l'*Étage cénomanien en Angleterre*, d'après la classification nouvelle proposée par M. Jukes Browne. Il s'agit toujours de la place à donner à la Gaize (Étage vraconien Renevier). La conclusion actuelle de M. Jukes Browne est de la réunir, au sommet d'une part avec les couches de Warminster à *Pecten asper* et à la base, d'autre part avec les couches de Folkestone à *Ammonites interruptus* et *A. mamillaris* (Allin d'Orbigny); il forme ainsi de ces trois horizons un nouvel étage auquel il a donné le nom de *Selbornien*. Nous avons déjà fait observer avec de nombreux géologues français que la faune des couches à *Am. rostratus* (Gaize) avait plus de rapports avec le Cénomanien qu'avec l'Albien et que cette limite était tracée déjà par la paléontologie, mais il y a plus, si on laisse de côté cet argument malgré sa valeur, il nous reste des raisons stratigraphiques considérables pour rejeter l'édifice com-

pliqué que nous propose M. Jukes Browne, car son Selbornien se trouverait coupé en deux et au-dessus de son tiers inférieur, par une des plus grandes discordances, un des ravinements les plus intenses, une transformation géographique des plus vastes que nous ait révélé l'étude des terrains secondaires, je veux dire la transgression cénomanienne. Certainement la disparition de l'Albien et la mutilation du Cénomanien ne trouveront aucun écho.

M. **Léon Janet** appelle l'attention de la Société géologique sur le rôle que vont être appelés à jouer les collaborateurs du service de la carte géologique de France, dans l'instruction des projets pour l'alimentation des communes en eau potable.

Une circulaire de M. le Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur, en date du 10 décembre 1900, a invité les Préfets à faire débuter cette instruction par un examen géologique.

Ultérieurement un géologue a été désigné pour chaque département, sur la proposition de M. le directeur du Service de la carte géologique de France.

On ne peut que se féliciter de voir la géologie intervenir officiellement dans ces questions; nous avons montré, l'année dernière, dans une conférence insérée au Bulletin [1] combien il était regrettable de voir statuer sur des projets d'alimentation en eau potable sans étudier les causes de contamination auxquelles les eaux à capter pouvaient être exposées. Le résultat sera de montrer rapidement les services que peut rendre une science, regardée quelquefois bien à tort par ceux qui ne la connaissent pas comme dénuée d'applications pratiques.

M. **E. Haug** dépose sur le bureau la 726e livraison de la *Grande Encyclopédie*, renfermant un article sur le *Silurien*, qu'il vient de publier.

M. **G. Ramond** offre à la Société, pour sa Bibliothèque, un ouvrage, publié par la Commission impériale du Japon à l'Exposition universelle de 1900 : « *Les Mines du Japon*, rédigé par le Bureau des Mines (Ministère de l'Agriculture et du Commerce). »

Ce volume renferme, indépendamment de nombreux renseignements techniques, de courtes *Notices géologiques et minéralogiques* sur les principaux gîtes miniers de l'Empire du Soleil levant, des diagrammes, une carte générale, etc.

Il est intéressant de constater les progrès si rapides du Japon dans la voie de la civilisation.

1. Voir 3e série, tome XXVIII, page 532, année 1900.

SUR L'AGE DES SCHISTES DU ROZEL (MANCHE)

par M. A. BIGOT

Ces schistes dans lesquels M. Lebesconte [1] a signalé son *Montfortia Rhedonensis* ne sont pas précambriens.

En 1890 [2] j'avais rapporté ces schistes au niveau des schistes de Saint-Lô, mais les explorations faites depuis pour la feuille « les Pieux » m'ont conduit à modifier cette opinion.

Le rapport sur les explorations de 1898, inséré dans le Compte-rendu des collaborateurs de la Carte géologique [3] est en partie consacré à la discussion de cette question et à montrer que :

1° Les brèches porphyriques très cristallines de Saint-Germain-le-Gaillard et Bricquebosq, signalées pour la première fois dans cette note, sont surmontées par les arkoses avec galets de roches variées qui forment dans la région la base du Cambrien. L'attribution au Précambrien des schistes qui bordent au sud ces arkoses, donnée comme douteuse dans le rapport, a été admise définitivement en 1899.

2° Les arkoses de la base du Cambrien sont recouverts par les schistes du Rozel, formant une large bande S.O.-N.E. qui s'étend jusqu'à Cherbourg où ces schistes deviennent sériciteux.

3° Ces schistes plongent au nord-ouest sous le grès armoricain.

4° La largeur de cette bande n'exprime pas la puissance réelle des schistes parce qu'elle est exagérée par des failles et des plis ; cette épaisseur ne serait d'ailleurs pas surprenante, puisque cet horizon schisteux correspond probablement à deux niveaux, l'inférieur schisteux, le supérieur gréseux (grès feldspathiques développés au nord du synclinal entre les arkoses et le grès armoricain).

Les relations des schistes cambriens avec les arkoses et le grès armoricain sont particulièrement nettes dans la région du Rozel, comme le montre la coupe ci-jointe.

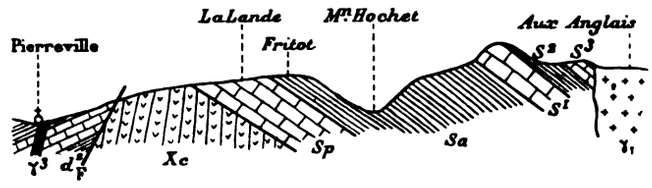
Cet important développement de schistes n'est point spécial au bord sud du synclinal de Siouville. Il se montre sur la feuille « Cherbourg » où M. Le Cornu a rapporté au Cambrien les schistes de Hardinvast et Tollevast inférieurs au grès armori-

1. Lebesconte. Briovérien et Silurien en Bretagne et dans l'ouest de la France. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 815.

2. Bigot. Archéen et Cambrien dans le nord du Massif Breton, 1890, p. 116.

3. *B. Serv. Carte Géol.*, N° 69, avril 1899.

cain, et dont les caractères lithologiques sont identiques à ceux des schistes du Rozel. Le faciès schisteux est aussi très développé sur la feuille « Barneville » où les schistes de Carteret, avec pistes d'Annélides (Falaise de Dennemont) et bancs de calcaires oolithiques (les Douits) ne sont séparés du grès armoricain du Bosquet que par une assise très réduite de grès feldspathiques. Enfin, au centre du synclinal de la zone Bocaine,



Xc, Brèches porphyriques précambriennes ; *Sp*, Conglomérats de base du Cambrien ; *Sa*, Schistes du Rozel ; S^1, Grès armoricain ; S^2, Schistes à Calymmènes ; S^3, Grès de May ; d^2, Schistes et calcaires de Néhou ; γ_1, Granite ; γ^3, Microgranulite ; F, Faille.

particulièrement aux environs de Saint-Rémy, le faciès schisteux du Cambrien acquiert une grande puissance, et les dalles du Pont-à-la-Mousse présentent comme celles de Carteret des pistes d'Annélides et des bancs de calcaires oolithiques.

Nous rappelons qu'Hébert a déjà signalé [1] des traces organiques dans les schistes du Rozel qu'il rapportait aux schistes de Saint-Lô. M. Dollfus a fait également connaître dans les schistes des Moitiers d'Allonne (= Schistes de Carteret et de Rozel) des sortes de nodules qu'il a décrits sous le nom de *Palæactis veluta* et dans lesquels il a trouvé des articles de Crinoïdes.

1. *B. S. G. F.*, (3), XIV, 1886, p. 733.

Séance du 20 Mai 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **Seguenza, Luigi,** Assistant de géologie à l'Université de Messine, présenté par MM. Depéret et Carez ;
Brouet, Chimiste de la Station agronomique de Laon, présenté par MM. A. de Lapparent et Stuer.

M. **L. Gentil** offre à la Société un tirage à part d'une note très résumée sur la *Stratigraphie du bassin de la Tafna* (terrain primaire et secondaire) qu'il a présentée à l'Association française pour l'avancement des Sciences (Congrès de Paris, 1900).

M. le Dr **A. Labat** offre à la Société, une brochure dont il est l'auteur, intitulée : *Climat et eaux minérales d'Espagne.*

Dans ce travail l'auteur montre les rapports étroits qui existent entre le sol de l'Espagne, son climat et ses eaux minérales.

Après avoir résumé les conditions climatériques et la structure géologique de la péninsule il passe en revue les stations d'eaux minérales.

Dans la région volcanique de Calatrava, Hervideros Fuente-Santa, eau alcaline gazeuse. La rareté de ce groupe d'eau est due à l'absence de volcans éteints analogues à ceux de notre Massif Central, aussi bien qu'au manque presque absolu des roches éruptives tertiaires.

Orduña, Cestona, Molinar, etc., possèdent des eaux salées en connexion avec les ophites. Quelques-unes de ces eaux sont à la fois séléniteuses et sulfureuses.

Le plus grand nombre des eaux minérales sont, comme l'avait pensé Elie de Beaumont, en relation avec les gîtes métallifères si nombreux et si variés. Les sources salées et sulfureuses de Ontaneda y Alceda, Puente-Viesgo et Caldas de Besaya dans la province de Santander, Archena et Fortuna, près Murcie, sortent comme chez nous des terrains triasiques.

La présence d'un grand gisement tertiaire de sel (chlorure et sulfate de sodium, gypse) dans les Castilles explique l'abondance des eaux purgatives : Loeches, Carabaña, Rubinat; on les recueille

en creusant des puits, ce sont des eaux de lixiviation. Elles ne sont pas comparables aux sources jaillissant de la profondeur ; au point de vue de l'origine elles peuvent être comparées aux eaux ferrugineuses engendrées par le lavage des pyrites.

Les eaux sulfureuses, le plus souvent froides, sont en grand nombre. On les trouve sur le versant nord Cantabrique. L'eau d'Archena est à la fois chlorurée et sulfurée, association rare en France, aussi commune en Espagne qu'en Italie. Le versant pyrénéen espagnol est bien plus pauvre en eaux sulfureuses que le versant français.

Viennent en dernier lieu, les eaux qui naissent dans le granite. Peu minéralisées, elles ont par contre, une température élevée et un débit abondant.

La complexité des éléments des eaux espagnoles a forcé M. Labat à rejeter la classification chimique des auteurs, et à adopter la division en groupes régionaux en rapport avec la constitution géologique du sol.

M. G.-F. **Dollfus** communique à la Société des échantillons d'un fossile très intéressant qu'il a reçu de notre confrère M. Welsch, de l'Université de Poitiers, par l'intermédiaire de Mme la Comtesse Le Cointre, qui s'est dévouée à collectionner les coquilles fossiles du Miocène de la Touraine. Il s'agit de spécimens recueillis dans un gisement extrêmement limité situé vers la pointe de l'île d'Oléron (Feuille Tour-de-Chassiron de la carte géologique) et dont le niveau n'avait pu être précisé, c'est probablement l'espèce dont Marès, Beltremieux, Boissellier ont parlé sous le nom de *Cardita Jouanneti*, mais c'est une espèce bien différente qui est la *Cardita striatissima* Nyst in Cailliaud, espèce abondante dans les sables tertiaires supérieurs de la Basse-Loire, et caractéristique du Miocène supérieur de cette région pour lequel j'ai proposé la création d'un étage Redonien (type à Rennes). Cette espèce n'est connue ni dans le Bordelais, ni en Touraine, nous ne la connaissons ni dans le Pliocène, ni dans les mers actuelles. Elle se trouve dans une série de gisements isolés qui, de l'île d'Oléron, se suivent en Vendée, à Challens et la Chapelle-Hermier (M. Wallerant); Palluau (M. Dumas) ; Vieille-Vigne, Montaigu (Dr Mignen) ; Aigrefeuille (M. Vasseur) ; puis dans divers gisements des environs de Nantes, comme la Dixmerie, près Loroux-Botterau (MM. Bureau, Dumas, Cailliaud, etc.). Puis à St-Clément-de-la-Place, près Angers (Bardin) ; Sceaux, Thorigné, Coutigné, gisements autrefois explorés par Defrance ; dans les grès ferrugineux de la Forêt de Gâvre

(M. Davy); nous venons de la recueillir à Beaulieu, près Laval (M. Œhlert), puis à Apigné, près Rennes (M. Lebesconte); enfin elle est abondante à Gourbesville (Manche); elle est ainsi présente sur une étendue de plus de quatre cents kilomètres du sud au nord. J'ai examiné la faune de tous ces ilots et de quelques autres moins importants qui présentent une grande uniformité et j'ai pu déterminer plus de 350 espèces dont un bon nombre sont nouvelles. Cette faune est bien distincte de celle de la Touraine sur laquelle elle repose, elle est distincte du Pliocène par ses tendances franchement méridionales (genres *Cypræa*, *Conus*, *Voluta*, *Fusus*, *Pleurotoma*, *Cerithium*, etc.). Plus récente qu'aucun des gisements du Golfe bordelais, elle est plus ancienne que les dépôts pliocènes classiques de l'est de l'Angleterre et de la Belgique, c'est un terme miocène supérieur marin qui était mal connu jusqu'ici en Europe. Il reste dans le Pliocène : le gîte du Bosc d'Aubigny (Périers) et celui de Redon (Ille-et-Vilaine) respectivement dans le Cotentin et la Bretagne.

M. G. **Dollfus** sur une question de M. **Boistel** qui lui demande quelle place doit occuper le nouvel étage *Redonien* relativement au Pontien, répond qu'il lui est très difficile pour le moment d'indiquer ce synchronisme ; il s'agit de bassins complètement étrangers les uns aux autres au point de vue stratigraphique, et sans fossiles communs.

Il n'y a pas trace jusqu'ici dans l'ouest de couches à Congéries, cependant leur niveau ne lui paraît pas devoir être fort éloigné du Redonien, il y a seulement dans les fossiles de la Dixmerie appartenant au Musée de Nantes un fragment de *Potamides* qu'on peut rapporter au *P. Basteroti* et qui favorise cette manière de voir.

Sur une question de M. de Lapparent qui demande si ces dépots ne sont pas au niveau de l'Anversien de Belgique, M. Dollfus répond qu'ici encore nous sommes en présence de bassins très différents, car il estime que le détroit du Pas-de-Calais n'était pas encore ouvert et que la faune du Cotentin présente un aspect sensiblement plus méridional ; de tous les dépôts belges ce sont des sables d'Anvers à *Pectunculus pilosus* que les dépôts de l'ouest se rapprochent le plus.

Enfin M. Dollfus annonce avoir reçu une lettre de notre confrère M. J. Almera de Barcelone qui lui demande s'il n'est pas disposé à mettre la faune des sables tertiaires supérieurs de l'ouest au niveau du Sahélien d'Algérie. M. Dollfus pense

que cette assimilation est probable, mais il se réserve de préciser tous ces synchronismes lorsqu'il aura terminé la description de toute la belle faune qu'il a en mains.

M. **Bourgeat.** — *Sur un filon de minerai de zinc dans la Combe des Prés (Jura).*

J'ai l'honneur de signaler à la Société géologique un filon de minerai de zinc, que j'ai découvert récemment dans la Combe des Prés, au nord de Saint-Claude, dans le Jura.

Si l'on veut bien se reporter à la note que j'ai publiée dans le Bulletin de 1896 (page 489 et suivantes) sur les particularités stratigraphiques et tectoniques de cette Combe, on remarquera, en particulier, dans la carte qui l'accompagne, qu'au nord-ouest du hameau des Près de Valfin, le Jurassique inférieur se trouve divisé en compartiments qui ont glissé horizontalement les uns à côté des autres suivant les lignes de décrochement. Ces lignes jalonnent, comme on peut le voir sur la même carte, ou des sources ou des puits perdus, dont la succession est réglée par le degré de perméabilité des couches. Jusqu'ici je n'avais remarqué, suivant ces lignes, que quelques traces de friction.

Mais ce printemps, ayant suivi en détail la fracture qui sépare les deux compartiments A et B de ma carte, j'y ai constaté une traînée d'argile rougeâtre, accompagnée de rognons de pyrite et d'oxyde de fer avec des blocs carriés d'un gris jaunâtre d'une grande densité. Frappé de leur ressemblance avec la calamine, j'en ai recueilli quelques-uns, que j'ai fait analyser aux laboratoires de notre Faculté libre de Lille par MM. Wavelet et Raquet.

Tous les deux y ont trouvé du fer, de la chaux, de la silice, de l'argile, mais surtout une quantité de zinc qui peut monter jusqu'à 50 °/₀ et qui est surtout à l'état de carbonate.

La traînée d'argile rouge qui contient ce minerai se montre d'une façon presque continue, sur une longueur d'une vingtaine de mètres et avec une largeur qui varie de quelques centimètres à 80 centimètres. Elle s'enfonce presque verticalement dans le sol et présente tous les caractères d'un filon. A son contact, le calcaire bathonien présente des veines de cristallisation manifestes.

Comme par ailleurs il longe une cassure qui n'a pu se produire qu'au moment de la surrection du Jura, c'est-à-dire, après le Miocène, le remplissage de la fente serait postérieur à cette époque et la venue du zinc serait de date récente. Je me propose d'étudier le fait plus en détail et de voir si les autres lignes de décrochement n'auraient pas des filons analogues.

Séance générale annuelle du 30 Mai 1901

PRÉSIDENCE DE M. A. DE LAPPARENT, Président sortant

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. **A. de Lapparent** prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

« L'année 1900 a été marquée, pour la Société Géologique de France, par deux événements importants, bien faits pour signaler à notre attention cette dernière étape du siècle.

« Le premier est la huitième session du Congrès géologique international, tenue à Paris à l'occasion de l'Exposition Universelle. Les plus éminents de nos collègues ont rivalisé de zèle et de dévouement pour assurer le succès de cette réunion qui, au lieu de se trouver noyée, comme on aurait pu le craindre, dans la splendeur de la grande fête, a revêtu au contraire son éclat exceptionnel.

« C'était vraiment la France géologique qui faisait aux étrangers les honneurs de ses richesses avec une abondante libéralité, vivement appréciée de tous nos hôtes. Notre Compagnie a pu s'y associer directement, dès l'ouverture du Congrès, par un acte spécial d'hospitalité qui a laissé les meilleurs souvenirs, et n'a pas peu contribué à établir, entre les congressistes, l'esprit de franche cordialité qu'on a vu régner parmi eux jusqu'à la fin.

« L'autre événement est le changement de local qui, de la rue des Grands-Augustins, où nous avions fait un séjour de plus de trente ans, nous a amenés dans le Palais des Sociétés Savantes. C'est la quatrième fois, depuis sa fondation, que notre Société change ainsi de demeure, comme s'il était dans la destinée des géologues, voyageurs par essence, de ne pas pratiquer avec excès le culte des anciennes murailles.

« Quelques appréciations qu'ait pu rencontrer cette mesure prise après mûre délibération par la majorité du Conseil, il est un fait que personne ne contestera, c'est le progrès réalisé pour

l'installation de notre bibliothèque. Ce rare trésor, qui va s'enrichissant chaque jour, est enfin logé dans des conditions dignes de lui, et propres à en faciliter grandement l'usage, par l'espace et la lumière dont il est maintenant doté.

« Or, s'il est incontestable que notre Société traverse des temps difficiles ; s'il est vrai que nos ordres du jour souffrent rarement de pléthore ; si la salle de nos séances, malgré son exiguité, se montre toujours suffisante pour l'auditoire qui la fréquente ; en revanche la masse de nos livres et de nos cartes subit un accroissement rapide et constant. Puisque cet élément était le seul en progrès, c'est à sa mise en pleine valeur qu'il convenait de tout subordonner. Les hommes de science qui viennent chaque jour y chercher des lumières ne se plaindront sûrement pas du nouvel arrangement.

« Quant aux difficultés auxquelles j'ai fait allusion, elles sont inhérentes à la nature d'une société, qui évolue comme la science qu'elle personnifie, et ne peut espérer de vivre éternellement dans les mêmes errements. De même qu'aujourd'hui la plupart des gisements classiques des environs de Paris, ceux que nous exploitions avec avidité dans notre jeunesse, ont disparu sous des constructions et des boulevards, ainsi l'activité de nos collègues a dû se reporter sur des contrées de plus en plus lointaines. D'autre part, le progrès même de la géologie a amené l'éclosion de centres scientifiques distincts, dont plusieurs n'ont peut-être pas gardé, dans leur développement, la mesure la plus propre à concilier les intérêts locaux ou spéciaux avec ceux d'une institution centrale qui, par son passé, mérite respect et gratitude.

« C'est à nous, mes chers collègues, de nous ingénier à maintenir, par nos constants efforts, la belle et féconde union qui a été si longtemps le principal privilège de la Géologie française. N'oublions pas que si celle-ci fait encore très bonne figure dans le monde, on le doit en grande partie aux traditions de ce centre d'activité commune, que nos fondateurs ont su établir il y a plus de soixante-dix ans, non pas en se contentant de copier les modèles de ce genre qui pouvaient exister ailleurs, mais en imprimant à la nouvelle fondation, par l'heureuse institution des réunions extraordinaires, un caractère tout spécial d'intimité et d'union. De cette façon, à force de se fréquenter au grand air tous les géologues français sont véritablement devenus des camarades, heureux de travailler ensemble sous le même ciel, et de discuter, dans la plus grande cordialité, les questions qui surgissaient au fur et à mesure de leurs études.

« Ne laissons pas se relâcher l'antique fidélité à nos réunions de quinzaine, où, pour trouver de l'intérêt, il n'est pas à la rigueur nécessaire d'apporter des communications nouvelles et laborieusement préparées. Ne suffirait-il pas qu'au plaisir de se retrouver en famille, vînt se joindre celui de causer ensemble des questions à l'ordre du jour, avec la simplicité et l'abandon qui régnaient, dit-on, à l'Académie des sciences, à l'époque où le public n'y était pas admis ?

« Laissez-moi prêcher pour l'attachement à cette coutume, dont j'ai pour ma part si bien goûté les avantages, en vous citant, comme le meilleur modèle à suivre, l'admirable exemple de notre président du dernier Congrès, M. Albert Gaudry. Membre de notre Société depuis cinquante-trois ans, il s'est fait un devoir de ne manquer aux séances qu'en cas d'absolue nécessité ; et je suis sûr qu'il eût été aujourd'hui à sa place, sans le deuil aussi cruel qu'inattendu qui vient d'attrister son foyer. Nous serons unanimes à lui adresser, en cette occasion, le témoignage d'une sympathie d'autant plus profonde que, parmi les géologues, il n'en est pas un qui n'ait pu apprécier les mérites exceptionnels, comme l'incomparable bienveillance, de la compagne dont l'appui lui est désormais enlevé.

« Les deuils, hélas ! tiennent nécessairement une grande place dans les devoirs que nous impose cette Assemblée annuelle. Du 1er janvier 1900 au 1er janvier 1901, la Société a perdu 16 de ses membres. Je voudrais donner à chacun le légitime éloge qui lui est dû; mais vous me pardonnerez si je me contente ici d'une brève énumération.

« Ce sont : l'abbé Bardin, qui connaissait si bien les faluns de l'Armorique, et dont la perte prive l'Université libre d'Angers d'un précieux collaborateur ; M. H. Bécot ; le docteur Bezançon, dont la respectable et originale figure restera familière à tous ceux qui fréquentent le laboratoire de l'Ecole des Mines, héritier des richesses que ce patient et soigneux collectionneur avait accumulées durant sa longue carrière ; le R. P. Blot ; M. Cameré, inspecteur-général des ponts et chaussées, l'un de ceux qui, les premiers, ont vraiment débrouillé l'intéressante région de Nice ; M. Hans Bruno Geinitz, le savant géologue saxon, l'actif champion du *Dyas*, inscrit sur nos listes depuis 1847 et qui plus d'une fois a marqué, par des témoignages explicites, son affection pour notre pays ; MM. Grousselle de Blancheface et Jagor ; M. Huguenin, dont les consciencieuses recherches ont tant servi

à élucider la question des calcaires jurassiques de Crussol ; le docteur PAUL MARÈS, un des premiers pionniers de la géologie africaine ; M. MARION, de Marseille, dont le nom reste indissolublement lié à celui de M. de Saporta et à qui nous devons de si précieux travaux sur les flores tertiaires et crétacées de la région provençale et languedocienne ; M. ALPHONSE MILNE-EDWARDS, l'éminent directeur du Muséum, si fin connaisseur en Oiseaux fossiles, digne continuateur d'un père dont les paléontologistes gardent le nom avec reconnaissance ; M. REVELIÈRE ; M. TARDY, l'infatigable ramasseur d'échantillons que tant de fois, au cours des excursions de la Société, on a vu charger ses épaules de poids invraisemblables pour y trouver la matière de communications où les idées originales ne manquaient pas ; M. THIÉRY, si prématurément enlevé quand il donnait de si bonnes espérances pour l'avenir ; enfin M. DE VASSART D'HOZIER, l'un de nos plus anciens membres.

« Les morts de 1901 appartiendront à mon successeur. Cependant il en est un que je ne saurais me résigner à ne pas saluer dès aujourd'hui de mon hommage : c'est notre doyen d'âge, et du même coup le doyen des géologues du monde entier, M. l'inspecteur général PARANDIER. Depuis 1833 il était membre de notre Société, et la verte vieillesse de ce contemporain de Thurmann nous laissait espérer que par lui nous aurions enfin la satisfaction de compter un centenaire parmi les géologues français. La mort vient de le prendre, il y a moins de huit jours, dans sa belle solitude d'Arbois, au moment où il achevait sa quatre-vingt-dix-septième année, sans qu'il ait connu de défaillance ; en pleine possession, non seulement de ses facultés, mais de son zèle géologique, dont il donnait encore la preuve, il y a moins d'un an, quand il nous adressait pour notre bibliothèque, d'anciennes notes nous ramenant aux temps héroïques de la géologie jurassienne. Nulle perte ne saurait nous être plus sensible que celle de ce dernier représentant du groupe de nos fondateurs ; et nul, j'ose le dire, ne la ressent plus vivement que votre président d'aujourd'hui chez qui la bienveillance du savant géologue franc-comtois évoque les plus anciens souvenirs auxquels il lui soit possible de remonter.

« J'ajoute qu'à toutes les raisons qui peuvent porter votre Société à honorer la mémoire de son doyen se joint depuis hier un devoir étroit de reconnaissance ; car nous venons d'être informés que le vénéré défunt n'avait pas oublié notre compa-

gne dans son testament, et à ce titre de bienfaiteur son nom figurera toujours sur nos listes.

« Mais il nous faut écarter ces douloureux épisodes, pour regarder devant nous, en cherchant, dans l'activité de nos jeunes confrères, des motifs d'encouragement pour l'avenir. Ces motifs ne nous font heureusement pas défaut, quand nous considérons la liste de nos lauréats. Cette année, c'est à M. PAQUIER que revient le prix Fontannes, pour ses belles études sur les Baronnies du Diois. Le mérite de l'œuvre apparaîtra plus clairement encore, si je rappelle que les deux concurrents, dont la Commission a dû examiner les titres du même coup, MM. Léon Bertrand et Douxami avaient, l'un et l'autre, produit des travaux entièrement dignes du prix. C'est avec le regret de n'en pouvoir accorder qu'un seul que la commission s'est prononcée pour M. Paquier, heureuse du moins de constater que, par la valeur du fonds comme par le fini de la forme, l'ouvrage du géologue dauphinois eût à coup sûr entraîné le suffrage du fondateur même du prix.

« Si notre Société ne dispose pas, envers les travailleurs dignes d'encouragement, de toutes les ressources dont elle aimerait à se faire la dispensatrice, du moins se présente parfois, pour elle, des occasions qu'elle est heureuse de saisir pour récompenser les services rendus à la science. C'est ainsi que, cette année, la libéralité de notre confrère, M. le docteur LABAT, nous ayant mis en possession d'une série reliée de 25 volumes de notre Bulletin, le Conseil a pensé que le meilleur usage à en faire était d'en gratifier un de nos dévoués secrétaires.

« Tous ceux qui ont passé par ce poste savent combien il exige de dévouement et de zèle. A coup sûr, après soixante-douze ans d'expérience, sommes-nous certains de rencontrer toujours ces vertus dans le groupe de nos jeunes confrères. Néanmoins les circonstances ne sont plus tout à fait les mêmes. Dans les temps de florissante activité de notre Société, on pouvait se sentir suffisamment payé de ses peines par l'honneur de travailler sous les yeux d'un Élie de Beaumont, d'un Constant Prévost, d'un Deshayes, d'un Verneuil, d'un Daubrée, comme aussi par la satisfaction de sentir son nom attaché à la publication d'un Bulletin d'où partait à chaque instant l'annonce de découvertes nouvelles. Peut-être aujourd'hui faut-il encore plus d'abnégation pour remplir des charges devenues d'ailleurs plus lourdes; et en

cela j'envisage, non seulement les devoirs du secrétaire, mais aussi ceux de l'archiviste et du trésorier.

« Il serait donc bon que, de temps en temps, la Société fût en mesure de reconnaître les services rendus, non certes par un salaire, mais par un témoignage effectif et tangible de sa gratitude. Le don du docteur Labat offrait une occasion d'inaugurer ce système, et on a pensé que le bénéficiaire le mieux indiqué serait M. Blayac, dont l'activité a dû s'exercer durant une période assez dure et qui a réussi à rendre, à nos publications, une exactitude toujours difficile à maintenir. Puissions-nous, dans l'avenir, retrouver de semblables occasions ! Puissent-elles même devenir assez fréquentes pour passer à l'état de constante pratique ! Quand on arrive à l'âge où l'activité scientifique est forcée de se ralentir, quel meilleur emploi pourrait-on faire des collections longtemps accumulées du Bulletin, devenues parfois plus encombrantes qu'utiles, sinon de s'arranger de façon à les faire passer, comme un précieux instrument de travail, entre les mains de jeunes géologues dont elles stimuleront le zèle, en leur montrant que déjà leurs efforts sont appréciés !

« Permettez-moi, mes chers confrères, de m'arrêter sur ce vœu. Le moyen que je viens d'indiquer fait partie de ceux auxquels il nous est commandé de réfléchir, afin de ne pas laisser déchoir la Société que nous aimons. Cherchons à rendre de plus en plus solide le faisceau qui nous unit les uns aux autres, et qui a déjà cimenté tant de sérieuses amitiés. Aimons à venir ici, pour nous retremper à la fois au contact des anciens qui gardent nos traditions, et des jeunes entre les mains desquels passera un jour l'action directrice ; et que chacun de nous se fasse scrupule de nuire par des absences qui ne seraient que des oublis, au charme ou à l'intérêt de ces réunions de la famille géologique ».

En terminant son allocution, M. de Lapparent salue la présence à l'assemblée générale, du vénéré M. Victor Raulin, devenu, depuis le décès de MM. Parandier et Geinitz, le doyen de notre Société. Il donne ensuite lecture du Rapport ci-dessous, et remet à M. V. Paquier, la médaille du Prix Fontannes, qui lui est décerné.

RAPPORT
AU NOM DE LA SOUS-COMMISSION DU PRIX FONTANNES

par M. **A. de LAPPARENT**

La majorité de la sous-commission a été d'avis qu'il y avait lieu de donner le premier rang à M. **V. Paquier,** en raison de ses *Recherches géologiques sur le Diois et les Baronnies orientales.*

Cette région offre l'avantage de permettre, en ce qui concerne le terrain crétacé inférieur, une analyse détaillée des zones paléontologiques, grâce à l'uniformité du faciès vaseux à Céphalopodes, attestant un mode de sédimentation mieux soustrait que partout ailleurs aux influences locales. De plus, l'observation du passage des couches ammonitifères du Diois aux assises urgoniennes du Vercors méridional doit fournir les éléments d'un parallélisme de détail entre ces formations d'allure si diverse.

Toute cette tache, on peut le dire, a été parfaitement remplie par M. Paquier. Il ne semble plus maintenant qu'il doive rester de doutes, ni sur la succession des zones d'Ammonites du Berriasien, du Valanginien, de l'Hauterivien et du Barrémien dans la région Delphino-Provençale, ni sur le partage qu'il y a lieu de faire, entre le Barrémien et l'Aptien, des calcaires zoogènes urgoniens ainsi que des marnes à Orbitolines.

Au cours de ses recherches, M. Paquier a su réunir d'importantes observations sur la date d'apparition des différents types de Chamacés, notamment sur les premiers représentants authentiques du genre *Caprina*, que l'auteur fait remonter jusque dans l'Aptien inférieur, ainsi que sur ceux du genre *Pachytraga*, précurseur des Caprotines. Ces constatations paraissent destinées à exercer une heureuse influence sur la solution des problèmes que soulèvent les calcaires à Caprines du Texas et du Mexique.

A ces descriptions stratigraphiques, très précises et présentées avec beaucoup de méthode, M. Paquier a joint de très intéressantes cartes schématiques, faisant connaître, depuis le Barrêmien jusqu'au Campanien, la distribution géographique des principaux faciés dans la région Delphino-Provençale.

L'ouvrage se termine par une étude tectonique entièrement neuve, qui fait ressortir l'allure des aires synclinales, si bien représentées dans la topographie par des dépressions elliptiques, et accuse l'indépendance des plis du Vercors relativement à ceux

du Diois, dont aucun d'ailleurs n'entre en contact avec les accidents ardesciens de la bordure du Massif central. Tous les éléments tectoniques de la contrée peuvent être définis comme formant les plus septentrionaux des plis de la Provence repris et chevauchés par les plissements alpins, tout en gardant les signes extérieurs de leur première origine.

Tels sont les traits dominants de ce travail qui par la valeur des résultats obtenus, comme par l'ordre et le soin apportés à leur exposé, mérite de passer pour un modèle du genre.

M. **Paquier** remercie la Commission du Prix Fontannes et la Société en ces termes :

MESSIEURS,

« Lorsque je parcourais les montagnes arides de la Drôme, j'étais loin de songer à la si flatteuse récompense dont vous venez de couronner mes efforts. Les remercîments que je vous exprime sont d'autant plus sincères que je considère le Prix Fontannes non seulement comme la plus haute consécration de mes études antérieures mais encore comme un gage particulièrement précieux pour l'avenir. Je ne puis enfin oublier, en ce moment, que le mémoire qui a rallié la majorité de vos suffrages, a été élaboré dans le Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, où des savants tels que Ch. Lory et mon maître M. Kilian ont toujours maintenu si haut le niveau des études géologiques ».

M. V. **Paquier** fait, au nom de M. **Zlatarski**, de Sofia, et au sien, une communication *Sur l'âge des couches urgoniennes de Bulgarie.*

Dans la vallée du Lom, aux environs de Bessarbov et de Roustchouck, on trouve sur de grandes surfaces un système de calcaires blanchâtres compacts à cassure conchoïdale alternant avec des calcaires blancs poreux, très tendres, souvent oolithiques et parfois à Orbitolines et à débris de Polypiers et d'Echinodermes. On y rencontre *Orbitolina discoidea* A. Gras, *O. conoidea* A. Gr., *Hemicidaris clunifera* Ag., sp., *Janira* aff. *atava* Rœm., *Panopæa neocomiensis* Leym., *Requienia ammonia* Goldf. sp.

Ces calcaires de la rive droite du Danube passent latéralement au sud à des marnes et des calcaires marneux à Céphalopodes barrémiens qui ont fourni : *Nautilus neocomiensis* d'Orb., *Macroscaphites* aff. *Yvani* Puzos sp., *Heteroceras Astieri* d'Orb., *Desmoceras difficile* d'Orb., *D. Charrieri* d'Orb., *Holcodiscus Caillaudi* d'Orb., *H.* aff. *Gastaldii* d'Orb., *Crioceras Emerici* Lev., *Cr. Hoheneggeri* Uhl. Cette faune est tout à fait barrémienne, et il n'y a aucun type bedoulien, il en faut donc conclure que les calcaires urgoniens de la vallée du Lom sont d'âge barrémien vraisemblablement supérieur à cause de la présence d'*Heteroceras*.

Vers le sud de la région occupée par des calcaires blancs on trouve une large bande de calcaires grisâtres compacts et plus ou moins marneux affleurant à Lovetch et à Tirnovo. On y rencontre des Rudistes, *Matheronia Lovetchensis* Zlatarski sp., *M. Lovetchensis* var. *Drinovi* Zlatarski, des *Orbitolina*, *O. discoidea* A. Gras, *O. conoidea* A. Gr. Ils reposent sur des marnes calcaires à *Heteraster oblongus* d'Orb. et appartiennent aussi au Barrémien.

M. **Paquier** compare ensuite les faunes de Rudistes urgoniens de Bulgarie et de Suisse à celle de France.

En Bulgarie, les calcaires de la vallée du Lom à *Requienia ammonia* renferment, outre *Toucasia carinata*, des *Ichthyosarcolithes*, forme qui n'était pas signalée dans des assises plus anciennes que l'Albien supérieur. On y rencontre également un type de *Requienia* nouveau, chez lequel la valve supérieure est surélevée dans la région postérieure comme chez *Toucasia*.

Les couches de Tirnovo et Lovetch renferment, outre les grandes *Matheronia* du gr. *M. Lovetchensis*, des *Gyropleura* de grande taille, tout à fait analogues à celles que fournit le Cénomanien supérieur de l'ouest de la France. On y recueille enfin des *Pachytraga* au moins très voisines de *P. paradoxa* Pict. sp.

Grâce à la complaisance de M. Renevier, l'auteur a pu s'assurer que les *Requienia* à valve supérieure surélevée de Bulgarie sont fréquentes dans l'Urgonien suisse, mais en France la seule localité qui à sa connaissance en fournisse est Châtillon-de-Michaille. De même *Matheronia Lovetchensis* var. *Drinovi* ne se rencontre en France que dans les calcaires urgoniens inférieurs (Barrémien supérieur) de la Puyaz, près Annecy.

Seunes et **Kerforne**. — *Observations sur un gisement tertiaire des bords de la Vilaine aux environs de Rennes.*

Il y a quelques années, au moment de la construction des tramways départementaux, on a commencé à exploiter par dragages les alluvions de la Vilaine, non loin du gisement sablo-argileux d'Apigné. A un certain moment la drague ramena des fragments sablo-gréseux à débris de coquilles marines et de nombreuses *Ostrea* qui furent recueillies par plusieurs personnes et notamment par M. Bézier, conservateur du Musée d'Histoire Naturelle de Rennes.

Le propriétaire de la carrière, M. Rosetzki, m'ayant averti que les dragages étaient repris dans la direction des couches fossilifères, j'ai été visiter l'exploitation avec M. Kerforne. D'après les données des dragages, nous avons relevé la succession suivante :

a) Terre végétale et limon : 1 mètre environ.

b) Graviers de la Vilaine essentiellement quartziteux : 4 à 6 mètres. — Ils descendent plus bas que le lit de la Vilaine.

c) Suivant les points, la drague ramène tantôt des sables faluniens souvent agglomérés, tantôt des blocs d'argiles noires présentant de nombreux petits galets quartzeux, gréseux ou schisteux. Les sables et les argiles renferment les mêmes fossiles ; cependant les sables sont plus riches en *Ostrea, Arca, Pectunculus* de grande taille.

La faune est la même que celle du gisement d'Apigné dont M. G. Dollfus a entrepris l'étude : *Ostrea* aff. *edulis*, *O.* ind. ; *Arca Noé, A. barbata, A.* sp. ; *Pectunculus Deshayesi*, etc. ; *Venus, Cardita, Cardium, Chama*, etc. ; *Fissurella italica, Emarginula, Pleurotoma incrassata, Trochus, Natica, Nassa limata, Ancillaria, Eulima inflexa, Voluta* aff. *Lamberti, Rissoa, Cerithium* (*Bittium*) *reticulatum, Dentalium brevifissum, Vermetus carinatus, Balanophyllia italica, Cryptangia*, etc.

Nous n'avons pas encore pu établir d'une façon certaine les rapports des sables et argiles en question avec leur substratum, mais ces dépôts sont certainement plus récents que les faluns de Bretagne dont les couches supérieures ont fourni, comme l'on sait, des restes de Mammifères : *Mastodon, Dinotherium, Hipparion*, etc.

M. **G. Dollfus** a eu l'occasion d'examiner au Musée de Rennes, avec MM. Seunes et Kerforne, l'*Ostrea* citée par ses auteurs et d'après ses notes elle doit prendre le nom d'*Ostrea edulis* Lin. var. *ungulata* Nyst. 1835 (Coq. et polyp. foss. Belgique, p. 325, pl. VIII, fig. 8; pl. IX, fig. 8) découverte originairement dans le sable noir de Kiel, près Anvers.

Cette espèce est inconnue dans les faluns de la Touraine, mais elle est abondante dans les gisements de la Loire-Inférieure comme la Dixmerie, le Pigeon Blanc, la Gauvinière, le Marché Giraud en Vieillevigne, etc., on la trouve également dans le Cotentin à Gourbesville, Rauville-la-Place (Lyell), Saint-Georges de Bohon, pouvant aider à caractériser le vaste horizon miocène supérieur dont j'ai parlé dans la dernière séance.

J'ajouterai qu'un forage exécuté à Carentan par MM. Lippmann et C° a rencontré cette même variété de l'*Ostrea edulis* dans des conditions analogues à celle de Rennes, à 24 mètres de profondeur sous une série d'argiles grises sableuses, formant un lit de vingt centimètres d'épaisseur, au contact des marnes rouges du Trias, profondément ravinées en ce point.

ÉTAT ACTUEL EN BELGIQUE
DE L'ÉTUDE DES CORRÉLATIONS GRISOUTO-SISMIQUES

par M. **E. VAN DEN BROECK.**

Cette communication a surtout pour but d'apporter à la Société la primeur des dernières observations relatives à l'état actuel, en Belgique, de l'étude de la Géophysique et de la Météorologie endogène, spécialement appliquées à la recherche des corrélations grisouto-sismiques. Il serait à désirer que ces études prennent une plus grande extension en France où, il y a déjà quinze ans, une première tentative a fourni de précieux éléments d'appréciation.

Etant donné l'ampleur du programme des études de la Géophysique, science cependant née il y a à peine un quart de siècle; vu aussi la multiplicité des points de vue à traiter dans l'exposé des corrélations, étroitement liées, qu'elle évoque et qui intéressent à la fois le géologue, le physicien, le météorologue et bien d'autres encore, tels que le mineur, il ne peut être question d'entrer ici

dans les développements d'un exposé général, même synthétique. Les curieuses révélations fournies par l'étude des résultats obtenus par les pendules horizontaux et autres, destinés à la recherche des déviations de la verticale, comme de ceux obtenus par les instruments microsismiques et magnétiques pourront fournir la matière d'une communication ultérieure. Aujourd'hui, nous nous cantonnerons dans le domaine des corrélations paraissant exister entre certains phénomènes sismiques et les dégagements grisouteux. Cette étude a été entreprise par la Société belge de géologie, qui, en 1898, a fondé la Section permanente d'étude du grisou, constituée en vue de la recherche des lois éventuelles de prévision des périodes d'activité grisouteuse et de danger minier.

Les premiers travaux sur les corrélations grisouto-sismiques, ont été publiés en 1874 par M. M. S. de Rossi, en Italie. Depuis lors, de nombreux travaux sur ce sujet ont été publiés par MM. Davison, Millne et Walton Brown, en Angleterre; de Chancourtois, Lallemand, Chesneau, F. Laur, Canu et Fortin, en France; Milne au Japon; Zenger, en Hongrie; Forel, en Suisse [1].

En Belgique enfin, la récente mise en discussion, en 1898, par MM. L. Gérard, E. Harzé, E. Lagrange et Van den Broeck, de la question des corrélations grisouto-sismiques avait été précédée, depuis 1887, d'appels et d'exposés dus à M. A. Lancaster et à divers autres auteurs et publicistes qui ont ainsi mis en lumière, depuis longtemps en Belgique, le vif intérêt qui s'attache à ces recherches de *corrélations endogènes*, que d'aucuns persistent toutefois à ne considérer que comme de simples « coïncidences ».

Au point de vue expérimental et de la vérification scientifique, trois pays ont tenté des essais pratiques dans cette direction : l'Angleterre, la France et le Japon. Ce sont respectivement : l'insuffisance et la non appropriation des appareils, la décroissance locale de l'activité grisouteuse et une catastrophe ayant détruit les installations qui ont, à Marsden (Durham), à Hérin (Anzin) et à Takoshima, empêché la continuation normale des expériences.

Celles-ci, malgré des conditions défavorables, ont fourni, à Marsden comme à Hérin, des données irrécusables montrant non seulement la réalité de certaines corrélations, mais encore la possibilité

1. C'est l'Académie des Sciences de Paris qui, en 1887, a publié le texte de la « loi de Forel » disant qu'*il faut redoubler de précautions contre le grisou les jours qui suivent un tremblement de terre dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de la mine à protéger.*

de trouver dans l'avertissement préalable microsismique un véritable *précurseur* de l'activité grisouteuse. Dans le cas très net de ce genre, qu'il a signalé en 1898 (d'après M. Chesneau), dans sa conférence faite devant la Société géologique du Nord, à Béthune [1] et qui est relatif à des phénomènes constatés en décembre 1886, simultanément à Hérin, à Marsden et en Belgique, M. Van den Broeck a rappelé, qu'en contraste avec l'avertissement microsismique fourni dans les deux postes français et anglais, la dépression barométrique considérable qui a accompagné ces phénomènes endogènes, les a *suivis* et non *précédés*. Le maximum microsismique s'est montré, à Hérin, neuf heures avant le maximum grisouteux, qui a été *suivi* à douze heures d'intervalle par le maximum de la dépression barométrique [2].

Cette question des rapports existant entre les dégagements du grisou et les dépressions barométriques, qui précèdent parfois, en effet, certaines des manifestations de grisou [3] a donné lieu, en divers pays, à de vifs débats. Ceux-ci cependant eussent pu être évités si l'on n'avait pas voulu *généraliser* des observations s'appliquant à des cas très différents dans leur essence. Il est facile d'apprécier la différence profonde qui existe entre les conditions où se trouve le grisou à faible pression, et de débit relativement restreint, emmagasiné dans les déblais, remblais, vieux travaux, chantiers abandonnés, etc., et le grisou occlus, peut-être à l'état *liquide* ou *solide*, ou, en tout cas, en tension considérable, dans les pores du charbon, où le manomètre, appliqué aux trous de sonde, soi-disant purgeurs, le montre exister avec des écarts parfois considérables de pression pour de très minimes distances.

C'est la détente brusque, le changement d'état de ce grisou (qui, sous cette forme, échappe aux variations de la pression atmosphérique), qui est le grand fléau du mineur et tel est surtout le phénomène dont il s'agit de rechercher les causes, sans doute multiples.

1. E. Van den Broeck. La Météorologie endogène et le Grisou. Causerie faite le 3 juillet 1898 à l'occasion de la session extraordinaire, à Béthune, de la Société géologique du Nord. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 27, p. 150-174.

2. E. Van den Broeck. Les prévisions grisouteuses. Recherches préliminaires faites à l'occasion des « avertissements » de M. F. Laur. Analyse des faits et observations complémentaires relatives à l'exposé des données fournies par les éléments magnétiques. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XII, 1898, Mém. p. 13-44.

3. E. Van den Broeck. Les manifestations grisouteuses et leur prévision dans ses rapports avec la Météorologie endogène et avec la Météorologie atmosphérique. *Rapports lus au Ve Congrès intern. d'Hydrol. médicale, de Climatologie et de Géologie de Liège, en 1898.*

Grâce aux perfectionnements incessants apportés, dans les régions minières de la plupart des pays, aux facteurs matériels de l'éclairage, de l'aérage, du tir des mines, de l'organisation des travaux préparatoires et de la conduite des travaux d'exploitation, le grisou à faible pression, le seul qui puisse se montrer influencé dans ses phases d'activité par les dépressions atmosphériques, n'est plus aujourd'hui pour le mineur un ennemi bien dangereux. Mais il n'en est nullement de même pour le grisou renfermé à *haute pression* dans la roche, où on l'y trouve parfois dénoncé par le manomètre comme existant à 20, 30 et 40 atmosphères et plus encore! L'ennemi en un mot, c'est le grisou des *dégagements instantanés :* ce fléau de certaines régions minières belges en particulier et qui se présente aussi, sous des formes parfois un peu différentes dans d'autres pays, comme les *sudden outburst* en Angleterre, les phénomènes de l'espèce observés en Allemagne et ailleurs ; fléau dont enfin certains charbonnages du bassin de la Loire, comme à Saint-Etienne, commencent à leur tour à être incommodés.

C'est l'étude corrélative de divers phénomènes microsismiques et plus spécialement de certaines *ondes* ou *vagues terrestres* d'origine interne — décelées par les merveilleux instruments dont dispose actuellement la Géophysique, tels par exemple que le pendule horizontal triple — qui, plus encore que la répercussion directe des secousses sismiques proprement dites, paraît devoir constituer l'objectif des chercheurs en tant que *ausculto-précurseur* de l'exaltation grisouteuse. Les études et recherches de la Géophysique se trouvent ainsi intimement rattachées à celles des corrélations grisouto-sismiques.

Déjà grâce à la généreuse intervention de M. E. Solvay, M. Eug. Lagrange, professeur de physique à l'École militaire belge, a pu se trouver matériellement à même de réaliser le projet, conçu par lui, d'un observatoire souterrain de Géophysique, édifié à Uccle-lez-Bruxelles, organisé et outillé suivant ses plans.

Il est à remarquer que récemment la Commission internationale de géophysique dont fait partie pour la France M. Kilian, de Grenoble, a décidé la création d'un réseau européen de postes de même nature et employant les mêmes instruments.

De son côté, la Société belge de Géologie, à l'aide des ressources spéciales dont elle dispose à cet effet, par suite de multiples libéralités, s'occupe en ce moment, d'organiser le poste souterrain *grisouto-sismique* qu'elle avait, dès 1898, décidé d'établir dans les

profondeurs du charbonnage grisouteux de l'Agrappe, près Mons. La récente catastrophe du Grand-Buisson, à Wasmes (Hainaut) a de nouveau attiré l'attention du public belge sur les utiles travaux de la Société. De nouvelles libéralités, dues à M. Beernaert, Ministre d'Etat et Président de la Section permanente d'études du grisou, ainsi qu'à d'autres donateurs, ont encore augmenté les ressources dont dispose la Société.

Les généreux philanthropes qui, avec M. E. Solvay, constituent le *Comité de patronage* de la Section du Grisou, viennent de rendre à la science un nouveau service dont M. Van den Broeck est heureux de les remercier ici publiquement.

M. le sénateur G. Montefiore-Levi, vient de mettre une somme de deux mille francs à la disposition du Comité du grisou, pour la réalisation d'un des principaux desiderata de la Société : l'organisation d'un poste externe géophysique et de comparaison, qui sera situé sur le bord méridional de la grande faille du midi, soit au bois de Colfontaine et à proximité du poste souterrain (à 819 m.) actuellement en organisation à l'Agrappe et situé au nord de la dite faille. Pour l'édification de ce poste à profondeur minière, l'Administration de la Société anonyme des Charbonnages belges, son éminent directeur M. I. Isaac et son personnel technique (M. l'ingénieur Abrassart en tête) se sont mis à l'entière disposition de la Société belge de Géologie. De son côté, un autre donateur M. A. Urban, administrateur-directeur de la Société anonyme de Carrières de Quenast, outre l'octroi d'un don personnel fort important, s'est engagé à faire édifier, organiser et outiller complètement un poste géophysique de comparaison, qui présentera cet intérêt spécial, exceptionnel même, d'être établi sur un massif cristallin éruptif, qui le mettra ainsi en relation directe avec les parties internes profondes de l'ossature du globe et avec leurs manifestations endogènes propres. Enfin, M. Ad. Greiner, le directeur général de la Société Cockerill, aidé par quelques amis, exploitants de houillères du bassin de Liège, se met à la disposition du Comité pour organiser de même, aux frais de ce groupe régional, un poste souterrain grisouto-sismique, identique à celui de l'Agrappe, et qui sera installé dans une mine grisouteuse du bassin liégeois, en même temps, peut-être, qu'un poste complémentaire et externe de comparaison.

Ce magnifique et généreux élan, dans lequel l'*initiative privée* s'est largement vue aider par certains des pouvoirs provinciaux belges et qui permet actuellement à la Société belge de Géologie de réaliser le projet que lui avait soumis, il y a trois ans, M. Van

den Broeck, constitue un réconfortant exemple dont la Belgique a le droit d'être fière et dont les résultats dépasseront peut-être un jour en intérêt humanitaire et économique tout ce que l'optimisme des initiateurs peut prévoir aujourd'hui. Quant à ceux qui douteraient encore de l'opportunité de s'engager résolument dans ces voies nouvelles — mais dont la France peut s'honorer d'avoir, dès 1886, éclairé expérimentalement les premières étapes — on peut se contenter de leur répondre par ces paroles d'un collègue sceptique, éminent et haut fonctionnaire des Mines belges actuellement en retraite et qui, tout en ne partageant pas les espérances des initiateurs de la Société belge de Géologie, a répété à l'occasion de nos recherches et de nos espoirs, cette noble pensée d'un illustre savant français, déclarant que celui qui, en dehors des sciences mathématiques, *prononce le mot impossible, commet une imprudence.*

En terminant sa communication M. Van den Broeck émet l'espoir que cette organisation en voie d'exécution en Belgique, d'un réseau d'observatoires géophysiques et grisouto-sismiques, destinés à l'étude des phénomènes endogènes affectant certaines parties du vaste bassin houiller franco-belge, aura sa répercussion et son extension, si désirable, dans *les parties françaises* du bassin. Il l'espère d'autant plus que c'est dans l'une des fosses du charbonnage d'Anzin qu'a été fournie naguère la démonstration de l'existence réelle de certaines corrélations grisouto-sismiques et de la possibilité des prévisions espérées. Celles-ci se fussent montrées plus constantes et plus frappantes encore si l'on avait possédé alors les appareils spéciaux dont dispose la Science d'aujourd'hui et si, d'autre part, les dégagements grisouteux de la fosse d'Hérin, où se firent ces premières expériences, ne s'étaient pas graduellement amoindris, au point de venir finalement se classer dans la catégorie de ceux, à très faible pression et de minime débit, qui échappent pour ainsi dire complètement à l'influence des actions endogènes et sismiques.

Séance du 3 Juin 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

Le Président fait part à la Société de la reprise des cours professés par M. Zujović, à la Faculté des Sciences de Belgrade.

M. Haug annonce à la Société la mort du célèbre paléontologiste suédois, G. Lindström, dont les magnifiques travaux sur les faunes siluriennes de l'île de Gothland sont connus de tous.

M. Emm. de Margerie présente au nom de M. le Dr **Francisco P. Moreno** un exemplaire des *Documents publiés par le Gouvernement Argentin sur la question des limites de la République avec le Chili* (4 vol. in-folio).

Cet ouvrage, où il n'est question qu'incidemment de Géologie proprement dite, renferme un grand nombre de renseignements nouveaux sur l'orographie de la partie australe de la Chaîne des Andes, et en particulier de superbes panoramas en similigravure. Parmi les faits d'intérêt général que ces planches mettent en évidence, on doit citer surtout une série de cas typiques de *captures* de cours d'eau, nés dans les plaines de Patagonie et actuellement tributaires du Pacifique, d'où résulte une fréquente discordance entre la ligne des points culminants et la ligne de partage, reportée à l'est des Cordillères.

M. de Margerie dépose en même temps sur le bureau le numéro du 15 mai des *Annales de Géographie*, dans lequel M. L. Gallois a résumé ces publications en reproduisant les photographies les plus caractéristiques.

M. G. **Dollfus** offre une brochure qu'il vient de publier intitulée : *Note géologique sur les eaux de Rouen*, lettre à M. Garnier, expert. Dans ce travail, il a examiné l'origine des grosses sources de la vallée du Robec qui ont été aménagées pour l'alimentation de la ville de Rouen, il y a une trentaine d'années, et qui sont actuellement le sujet d'un procès.

Après avoir décrit la série des terrains des environs de Rouen, leur épaisseur, leur perméabilité, leur inclinaison, il a expliqué que la basse vallée du Robec coule en contre-pente de l'inclinaison géologique des couches. La région anticlinale formée par l'argile kiméridgienne est située à Saint-Sever sous la plaine basse de la rive gauche de la Seine, en face de Rouen; de ce faubourg, toutes les couches plongent suivant une inclinaison semi-circulaire vers le nord-est. La ville même est bâtie sur l'Aptien et le Cénomanien qui plongent dans la même direction. Les falaises au-dessus de la ville sont dans la craie turonienne, épaisse de 80 mètres, et la craie sénonienne apparaît seulement en arrière des crêtes pour s'incliner au nord sous le plateau, en augmentant progressivement d'épaisseur. Ce régime de pente au nord prend fin à Fontaine-sous-Préaux dans la vallée de Darnetal, et à Monville dans la vallée de Déville; au-delà de ces points les couches remontent lentement au nord et atteignent le pays de Bray, après quelques faibles ondulations.

Or, les fortes sources de Fontaine-sous-Préaux, correspondent à la ligne synclinale basse située entre les deux relèvements de couches, et en même temps à l'affleurement bas, au fond de la vallée, du Turonien moyen, des couches de craie marneuse à *Terebratulina gracilis*, les moins perméables de toute la masse. Il faut noter, d'autre part, que le bassin du Robec, en amont des sources, est absolument sec, que sa surface géographique est tout à fait insuffisante pour pouvoir fournir le volume d'eau débité (720 litres par seconde), de telle sorte qu'il est nécessaire de rechercher une origine souterraine assez éloignée pour les eaux de Rouen, en accord avec leur volume et la régularité remarquable de leur débit. L'auteur n'hésite pas à supposer qu'elles arrivent du pays de Bray, des environs de Sommery. Il n'y a d'ailleurs ni bétoires, ni avens, ni point d'engouffrement naturel des eaux sur les plateaux dans le voisinage. Les sources utilisées proviennent d'un cours d'eau souterrain, transversal, que la vallée a mis à découvert en s'approfondissant, elles n'appartiennent pas à son bassin hydrographique naturel.

M. **Léon Janet** se demande si la couche à *Terebratulina gracilis* joue un rôle hydrologique aussi important que l'indique M. G. Dollfus. Il ne présente cette observation que sous toutes réserves, puisqu'il n'a jamais visité la vallée du Robec, mais il tient à faire remarquer que dans les régions relativement voisines de l'Avre, de l'Eure et de l'Iton, qu'il a étudiées en détail, la couche

à *Terebratulina gracilis* présente un certain nombre de diaclases, qui la rendent perméable en grand, comme les autres assises de la craie. On voit, dans ces conditions, les eaux souterraines passer avec facilité du Sénonien dans le Turonien et le Cénomanien, et vice-versâ. Il est peut-être permis de supposer que la vallée supérieure du Robec reste sèche tant que son thalweg se trouve au-dessus du niveau piézométrique de la nappe souterraine de la région, et présente une série de sources dès que ce thalweg se trouve au-dessous du niveau piézométrique.

M. G. **Dollfus** ne peut accepter l'explication proposée par M. Janet et qui suppose, en principe, une uniformité dans la composition de la craie qui n'existe pas en réalité, ne faisant pas entrer, non plus, en ligne de compte l'importante question de l'inclinaison des couches.

Il est impossible de baser uniquement l'hydraulique de la région crétacée sur le plan d'eau des puits, il existe des cours d'eaux souterrains qui en sont indépendants, etc. Les principes posés par M. Janet ne permettent pas d'expliquer pourquoi le niveau piézométrique de la vallée arrive en affleurement à Fontaine-sous-Préaux plutôt qu'en quelqu'autre point.

M. **Lebesconte**. — *Sur la position des schistes du Rozel (Manche).*

Je suis complètement d'accord avec M. Bigot pour placer ces schistes (lie-de-vin à la base, verdâtres au sommet) dans le *Cambrien*. Les *Montfortia Rhedonensis,* que j'ai décrits, ne viennent pas de ces couches, mais des schistes inférieurs (bande de Saint-Germain-le-Gaillard) situés sous les brèches porphyriques, aussi ai-je eu bien soin d'indiquer dans ma note sur le *Briovérien* que ces fossiles provenaient des schistes légèrement micacés qui sont sous les arkoses et les brèches porphyriques au sud-est de la pointe Rozel. Ces schistes sont rangés avec raison par M. Bigot dans le *Précambrien*.

ÉTUDE COMPARÉE DES SYSTÈMES DE TERRASSES
DES VALLÉES DE L'ISSER
DE LA MOSELLE, DU RHIN ET DU RHONE

PREUVES QUE LEUR FORMATION EST DUE A DES OSCILLATIONS EUSTATIQUES DU NIVEAU DE BASE

par M. de **LAMOTHE.**

Dans la note que j'ai publiée en 1899 sur les anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isser [1], j'ai cherché à préciser les phases successives par lesquelles avait du passer ce bassin, depuis la fin du Pliocène marin, pour arriver à son état actuel ; j'ai, en outre, établi, que les conclusions tirées de l'étude de l'Isser pouvaient s'étendre à une partie au moins de la côte algérienne. La présente note a pour objet de montrer que des phénomènes comparables, et même identiques, semblent s'être produits pendant le même laps de temps, dans des bassins très éloignés, tributaires de la Méditerranée septentrionale ou de la mer du Nord.

Mais avant d'aborder cet essai de paléogéographie, il me paraît utile et même nécessaire de résumer très brièvement les faits constatés dans l'Isser, en insistant sur quelques points dont l'intérêt ou l'importance n'ont peut-être pas été suffisamment mis en relief dans ma note de 1899, et en profitant de cette occasion pour rectifier quelques fautes d'impression et légères inexactitudes de détail qui s'y sont glissées.

Chapitre Ier. — **Résumé des faits observés dans l'Isser**

1° *L'embouchure* de l'Isser a conservé des traces très nettes d'une série continue de phénomènes alternatifs d'érosion et de remblai, dont les plus anciens datent de la fin du Pliocène marin, tandis que les plus récents appartiennent à l'époque actuelle [2].

1. de Lamothe. Note sur les anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isser et de quelques autres bassins de la côte algérienne. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 257 et seq.

2. Consulter les feuilles de Ménerville et de Palestro de la carte géologique de l'Algérie à 1/50.000, et la planche III qui est jointe à ma note précitée.

Le nombre de ces périodes alternatives d'érosion et de remblai *encore observables*, a été de six; elles sont marquées par six niveaux de cailloutis, formant *pour la plupart* des terrasses étagées, bien distinctes les unes des autres (fig. 1).

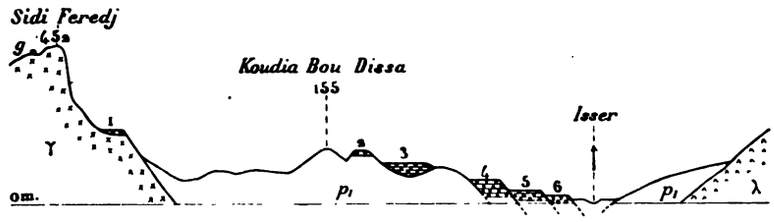


Fig. 1. — Coupe schématique de la vallée de l'Isser près de l'embouchure.

γ. Liparites et granites : λ, Labradorites et andésites ; p_1, Marnes bleues du Pliocène inférieur ; 1, Cailloutis et plage de 200-205 m. (1er niveau) ; 2, Id. de 130-150 m. (2e niveau) ; 3, Id. de la haute terrasse (3e niveau) ; 4, Id. de la moyenne terrasse (4e niveau) ; 5 et 6, Id. des basses terrasses (5e et 6e niveaux) ; *g*, Galets roulés à 430 m. d'altitude. — La largeur de la zone occupée par les alluvions entre les deux massifs éruptifs est d'environ 13 kilomètres.

Les altitudes relatives de ces divers niveaux au voisinage de l'embouchure [1], sont exprimées par les nombres ci-après :

1er niveau	200 à 205 m. [2]
2e —	130 à 150
3e —	93 à 95
4e —	55 à 57
5e —	28 à 30
6e —	15 à 16 m. [3]

Il y a lieu de remarquer qu'entre les 3e et 4e niveaux il s'est produit un léger déplacement négatif horizontal du niveau de base qui a eu pour effet de diminuer l'altitude relative des terrasses plus anciennes ; si l'on en tient compte, l'altitude relative du 3e niveau devient 98-100 m.

Les terrasses sont surtout développées au voisinage de l'embouchure où les principales (3e, 4e et 5e niveaux) peuvent se suivre pendant plusieurs kilomètres ; elles se morcellent en approchant

1. Dans tout ce mémoire, l'expression *altitude relative* signifie altitude au-dessus des eaux d'étiage du cours d'eau actuel.

2. L'altitude de ce niveau qui est en dehors de la vallée actuelle de l'Isser est prise par rapport au niveau de la mer.

3. Ces limites sont probablement un peu faibles; elles sont basées sur la détermination d'un seul lambeau, celui de Blad Guitoun.

de la région montagneuse et semblent disparaître un peu en amont de Palestro ; en même temps leurs altitudes relatives augmentent sensiblement. Ces altitudes augmenteront encore dans l'avenir, car l'Isser, qui ne possède pas dans la région de Palestro son profil d'équilibre et dont les pentes sont relativement fortes (4 à 5 millim. par mètre dans les gorges), continue à creuser son lit.

2° *L'épaisseur primitive* des nappes alluviales ne peut pour la plupart d'entre elles être déterminée avec précision, soit en raison des dénudations qu'elles ont subies (1er et 2e niveaux), soit parce qu'elles se réduisent presque toutes à une mince bordure, et que rien n'indique la largeur originelle de la nappe et surtout la position du thalweg correspondant. Cependant, en ce qui concerne le 2e niveau, la comparaison des cotes des bases et des sommets de tous les lambeaux que j'y ai rapportés, me conduit à penser que l'épaisseur a dû atteindre au moins 40 m.

Pour le 3e niveau, dont il existe une section transversale presque complète [1], l'épaisseur réelle a dû être très voisine de 35 m.

Enfin, pour les 4e et 5e niveaux, les épaisseurs mesurées près du bord *axial* [2], c'est-à-dire du bord le plus rapproché de l'axe de la vallée, sont respectivement de 40 à 45 m. pour le 4e niveau, de 28 à 30 m. pour le 5e. Mais ces nombres sont des *minima* et il est fort probable que les épaisseurs *maxima* ont été supérieures de quelques mètres au moins.

Vers l'amont, à Palestro, les épaisseurs observées paraissent diminuer d'une façon notable.

3° En l'absence de fossiles caractéristiques, j'ai été conduit par des considérations tirées surtout de l'état de conservation des terrasses et de leur groupement, à classer *provisoirement* les deux premiers niveaux dans le Pliocène supérieur, et les quatre autres dans le Pleistocène [3]. La terrasse du 3e niveau dont l'altitude au-dessus du thalweg est voisine de 93 m., serait par suite une haute terrasse ; celle de 55 à 57 m. (4e niveau) pourrait être appelée moyenne terrasse, et celles de 28 à 30 m. et de 15 à 16 m. (5e et 6e niveaux) représenteraient les basses terrasses.

1. de Lamothe. *Op. cit.*, fig. 5, p. 274.

2. C'est le bord que les géologues suisses appellent *externe*, tandis qu'ils appliquent le qualificatif *interne* au bord qui longe les pentes de la vallée. Ces dénominations peu rationnelles me paraissent devoir être rejetées, car elles ne peuvent qu'engendrer des confusions.

3. de Lamothe. *Op. cit.*, 1899, p. 288.

Les cailloutis plus anciens que la haute terrasse correspondraient aux graviers de plateau ou *Deckenschotter* de la vallée du Rhin.

4° *Les 1re, 2e et 3e nappes* sont nettement indépendantes ; elles se sont accumulées dans des lits différents comme direction, altitude et profondeur (fig. 1).

Les cailloutis du 3e niveau (haute terrasse) sont également indépendants de ceux du 4e puisqu'ils occupent un chenal distinct. On a ici la preuve matérielle que non seulement le creusement de la vallée qui a précédé le remblayage n'a pas amené celle-ci à la profondeur du thalweg actuel, mais que son fond est même resté à près de 63 m. au dessus de ce thalweg [1]. Ce fond serait donc plus élevé de quelques mètres que la surface supérieure de la moyenne terrasse de 55 m., s'il ne s'était pas produit dans l'intervalle un léger déplacement horizontal du niveau de base qui a eu pour conséquence le relèvement du thalweg actuel.

Les 4e, 5e et 6e niveaux forment un groupe bien tranché ; ils *sont emboîtés partiellement*.

L'ignorance dans laquelle nous sommes de leur épaisseur exacte, ne permet pas de fixer d'une façon précise l'altitude de leurs bases ; il est probable que la base de la moyenne terrasse s'élevait à une dizaine de mètres au plus au-dessus du thalweg actuel et que celle des deux autres en était très voisine, peut-être même a-t-elle été plus basse.

5° *Les haute et moyenne* terrasses (3e et 4e niveaux) sont couvertes d'un *limon* fin, jaunâtre, très argileux, renfermant de nombreuses concrétions calcaires. L'épaisseur de ce limon a probablement dépassé 20 m. pour chacune d'elles. Je n'y ai pas observé de traces certaines de stratification : il est vrai que la plupart des coupes sont très mauvaises. Sauf de rares exceptions le limon semble faire défaut sur les autres niveaux, ou n'y être représenté que par une couche mince. Un limon également jaunâtre, présentant parfois des traces de stratification horizontale couvre le fond de la vallée de l'Isser depuis l'embouchure jusqu'en amont de Blad Guitoun ; l'Isser y a creusé son lit sur 8 à 10 m. de profondeur. Il diffère du limon des terrasses par l'*absence des concrétions*.

6° *Les principaux niveaux* de cailloutis se lient à leur extrémité aval à *des plages*, en général remarquablement conservées ; les

1. Voir dans ma note de 1899 la fig. 5, p. 274.

autres se terminent à des cotes qui concordent avec celles de plages ou de débris de plages situés dans le voisinage. Les altitudes de la mer correspondant à ces plages sont très approximativement données par le tableau ci-dessous :

1er niveau.	200 à 205 m.
2e —	135 à 145
3e —	98 à 100
4e —	55
5e —	30
6e —	15 à 17

Il n'est pas impossible qu'il y ait eu des plages et des niveaux de cailloutis plus élevés ; car j'ai trouvé à des altitudes de 350 et même 430 m. (fig. 1). des traces de plages qui me paraissent certaines [1]. Peut-être ces anciennes plages marquent-elles d'anciens niveaux de la mer du Pliocène inférieur, dont l'altitude, comme je l'ai montré, a dû être beaucoup plus grande que celle marquée par les marnes bleues et les mollasses [2].

La plage de 15-17 m. se retrouve très nette sur un certain nombre de points de la côte algérienne. Au contraire, le niveau de cailloutis correspondant n'apparaît qu'exceptionnellement dans l'Isser et dans les autres vallées. Cela tient à ce que le lit actuel de la plupart des rivières, occupe le même emplacement que celui correspondant aux niveaux de 15 et de 30 m. On conçoit que, dans ces conditions, l'érosion qui a suivi la formation de la nappe de 15 m. en ait le plus souvent supprimé les traces dans toutes les vallées étroites parcourues par des cours d'eau puissants ou à allures torrentielles.

La régularité même avec laquelle les différents niveaux de plages se reproduisent sur un certain nombre de points de la côte algérienne semble indiquer, indépendamment des conséquences que je développerai plus loin, que la Méditerranée est, depuis le Pliocène supérieur tout au moins, privée de marées. Nous verrons en effet dans le chapitre II que la concordance des altitudes des anciennes plages sur de grandes étendues est incompatible avec l'existence des marées.

7° Ainsi que je l'ai montré [3], *le lien* qui existe entre *les plages* et *les nappes alluviales* dont les terrasses représentent les débris, et la formation des unes et des autres, ne peuvent s'expliquer que

1. de Lamothe. *Op. cit.*, p. 268 et 297.
2. Id , p. 290.
3. Id., p. 290 et seq.

par des oscillations verticales du niveau de base, c'est-à-dire de la ligne de rivage. Il est absolument impossible de l'attribuer à une cause agissant vers l'amont comme on a tenté de le faire pour les terrasses de la vallée du Rhin. D'une manière générale, il semble que l'abaissement de cette ligne de rivage (mouvement *négatif* de M. Suess) ait été prédominant à partir du Pliocène supérieur ; mais ce mouvement *négatif* n'a pas été continu ; il a été périodiquement interrompu par des mouvements *positifs* d'amplitude plus faible.

Chaque mouvement négatif a déterminé une phase d'érosion et d'approfondissement de la vallée ; chaque mouvement positif a été au contraire la cause d'une phase de remplissage. L'épaisseur du remblai à l'embouchure marque à peu près l'amplitude du mouvement positif.

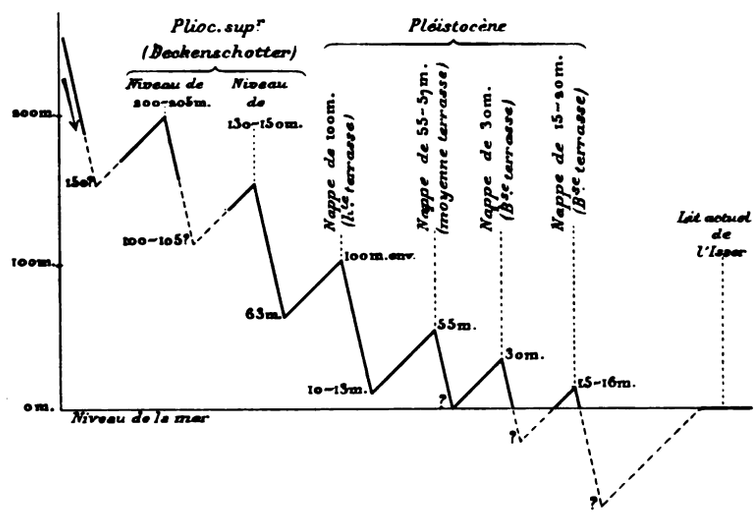


Fig. 2. — Diagramme des oscillations verticales du niveau de base à l'embouchure de l'Isser, pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène. — Echelle des hauteurs : 1 millim. pour 5 mètres.

On peut représenter par le diagramme de la figure 2, la succession de ces oscillations verticales du niveau de base à l'embouchure de l'Isser [1]. Les parties en pointillé sont hypothétiques ;

1. Ce diagramme doit être substitué à celui que j'avais donné à la page 291 de ma note sur l'Isser; il est plus complet et quelques inexactitudes de détail ont été rectifiées.

rien n'indique dans l'Isser ce qui s'est passé antérieurement au 1er niveau ; mais il semble, comme je l'ai dit plus haut, que la ligne de rivage ait été beaucoup plus élevée et qu'il y ait eu un mouvement négatif considérable après le Pliocène marin. D'autre part l'absence de sondages et de données précises sur les épaisseurs des nappes des 1er, 2e et 6e niveaux, ne permet pas de fixer exactement l'amplitude des oscillations correspondantes. Toutefois, il est probable, en raison de la largeur de la vallée que le substratum en aval de Blad Guitoun et jusqu'à l'embouchure, doit se trouver à une certaine profondeur au-dessous du thalweg actuel. Il n'est pas inutile de rappeler, à ce propos, que dans la Mitidja, des sondages nombreux ont établi que la vallée avait été creusée à près de 200 m. au-dessous du niveau de la mer, puis remblayée.

L'état actuel paraît correspondre à une période de stabilité relative de la ligne de rivage marquant, soit la fin d'un mouvement négatif, soit, beaucoup plus probablement, celle d'un mouvement positif. En tous cas, il n'y a dans l'Isser, aucune trace de *déplacement historique* ou *récent* de la ligne de rivage, abstraction faite des légers changements dus à des causes locales : courants, vents, apports du fleuve, etc.

8° Indépendamment des *variations verticales*, le niveau de base a subi dans l'Isser des *déplacements horizontaux* de très faible étendue, et qui n'ont pas modifié sensiblement les lignes de rivage : celles-ci sont restées voisines et à peu près parallèles. On peut en conclure que la dépression méditerranéenne présentait déjà à la fin du Pliocène marin, le long de la côte algérienne, des pentes rapides et une profondeur notablement supérieure à l'amplitude des variations du niveau de base, et que la configuration générale de la côte n'a pas subi de changements sensibles depuis cette époque.

9° *Le parallélisme* des nappes alluviales des 3e, 4e et 5e niveaux et leur faible accroissement d'altitude jusqu'à Blad Guitoun prouvent que déjà à l'époque du 3e niveau, le fleuve avait à peu près réalisé un profil d'équilibre à pentes très faibles entre l'embouchure et le débouché des gorges. Les oscillations ultérieures du niveau de base ont eu seulement pour effet d'abaisser ou de relever le lit de quantités sensiblement égales à leur amplitude.

10° Je terminerai ce résumé en appelant l'attention sur *la longue durée* qu'a dû exiger la succession des phénomènes constatés dans l'Isser depuis la fin du Pliocène marin. Il ne paraît pas

douteux que les mouvements positifs ont dû s'accomplir avec une très grande lenteur. Un mouvement rapide aurait reporté brusquement la ligne de rivage dans l'intérieur des terres, et le comblement du golfe ainsi formé aurait donné naissance à des couches inclinées comme celles des deltas. Or, nulle part dans l'Isser, même au voisinage immédiat des anciennes plages, il n'existe de traces de cette inclinaison : les alluvions des différents niveaux y sont rigoureusement parallèles au thalweg.

En ce qui concerne la vitesse des mouvements négatifs, je ne vois aucun argument décisif à invoquer dans un sens ou dans l'autre. On remarquera cependant que l'intervalle entre un mouvement négatif et le mouvement positif suivant, a dû être chaque fois suffisamment long pour permettre au fleuve de reconquérir son profil d'équilibre, au moins dans la partie inférieure de son cours.

Chapitre II. — Examen des difficultés que présente la comparaison des résultats obtenus dans l'Isser avec les observations similaires faites dans d'autres régions.

Les résultats que je viens d'exposer ne sont pas spéciaux au bassin de l'Isser. Ainsi que je l'ai indiqué [1], les lignes de rivage paraissent avoir subi, sur une partie notable de la côte algérienne, une même série d'oscillations verticales, synchroniques, et d'amplitudes correspondantes à celles de l'Isser, qui ont également déterminé dans les vallées des phases alternatives d'érosion et de remblai.

La manifestation sur des étendues aussi considérables et pendant une aussi longue période de phénomènes d'un rythme aussi régulier, est difficilement conciliable avec l'hypothèse de mouvements propres de la lithosphère, et on est par suite logiquement conduit à attribuer ces oscillations des lignes de rivage à des mouvements alternativement positifs et négatifs de la surface de la Méditerranée et des mers en communication avec elle pendant la même période de temps [2].

Mais, si cette conception est exacte, si ces mouvements *eusta-*

1. de Lamothe. *Op. cit.*, 1899, p. 297 et seq.

2. Observation déjà faite dans ma note sur l'Isser, p. 300. — Cette conclusion ne vise, bien entendu, que les mouvements qui ont eu lieu pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène, et je n'ai nullement la pensée de l'étendre aux périodes antérieures.

tiques ont eu réellement lieu, on doit évidemment en retrouver les traces dans d'autres régions du globe, partout où des mouvements propres de la lithosphère, ou des causes locales, ne les ont pas effacées ou défigurées par la *superposition* de leurs effets.

On saisit immédiatement l'intérêt que présenteraient au point de vue géologique la recherche et l'étude comparée de ces traces sur un grand nombre de points du globe. Si, en effet, on pouvait établir que les lignes de rivage ont subi ailleurs que sur la côte algérienne des oscillations identiques à celles observées sur cette côte, et que les vallées correspondantes ont été le théâtre de phénomènes alternatifs d'érosion et de remblai comparables à ceux constatés dans l'Isser, on aurait le droit de conclure : 1° que des oscillations eustatiques se succédant dans le même ordre et avec le même rythme que sur la côte algérienne, ont affecté la surface des mers pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène ; 2° que les portions de la lithosphère où l'on retrouve des systèmes de terrasses *régulières* semblables à celui de l'Isser, sont restées *relativement fixes* pendant le même laps de temps ; 3° enfin, que la formation de ces terrasses est due exclusivement aux oscillations du niveau de base et ne peut être attribuée, comme on a tenté de le faire, à des causes accidentelles ou locales, sans relation avec les variations de ce niveau. Il est inutile d'insister sur l'importance qu'auraient ces conclusions au point de vue de l'histoire géologique à partir du Pliocène supérieur.

Malheureusement le problème, sous sa forme générale, n'est pas susceptible, actuellement du moins, d'une solution. On ne peut demander à un même géologue de le résoudre à l'aide de recherches personnelles, et, d'autre part, les matériaux nécessaires pour un travail de cabinet sont le plus souvent ou trop rudimentaires, ou trop peu précis, ou même trop sujets à caution pour pouvoir être utilisés dans une étude dont les résultats dépendent entièrement de la précision des données.

Les causes de cette insuffisance des documents concernant les anciennes plages et terrasses, sont assez importantes pour mériter un rapide examen ; leur exposé servira d'ailleurs à expliquer et à justifier la méthode suivie dans ce mémoire.

1° *Impossibilité d'utiliser actuellement les matériaux fournis par l'étude des anciennes lignes de rivage.*

L'étude comparée des anciennes lignes de rivage ne peut conduire à des résultats pratiques que si l'on parvient tout d'abord

à déterminer dans chaque région, et pour chacune des lignes de rivage observées, le niveau moyen de la mer qui lui correspond. Or, il suffit d'examiner les phénomènes actuels pour se rendre compte des obstacles qui s'opposent, dans la plupart des cas, à cette détermination.

Les traces de l'action de la mer (cordons littoraux, plateformes littorales) ne correspondent qu'exceptionnellement au niveau de la mer qui les a produites. Dans les mers sans marées, les écarts entre les formations littorales et le niveau de la mer sont en général très faibles : j'ai cependant constaté, en Algérie, que l'amplitude totale de ces écarts pouvait accidentellement atteindre 4 à 5 m. [1].

Il en est tout autrement dans les océans à marées. Plusieurs plages peuvent correspondre à un même niveau moyen de la mer, et les écarts entre la plateforme des basses mers d'une part, celle des hautes mers et le cordon littoral des tempêtes d'autre part, variables sur chaque point avec l'amplitude des marées, dépassent fréquemment 10 mètres ; en outre, ces variations peuvent sur des points très rapprochés d'une même côte, passer d'une quantité voisine de zéro au maximum [2].

D'un autre côté, l'amplitude des marées est elle-même liée à la configuration des côtes, à la répartition des terres et des mers, à la profondeur de ces dernières, et toutes ces particularités doivent nécessairement varier avec chaque modification de la ligne de rivage et par conséquent, avec les mouvements positifs ou négatifs.

Enfin, si les mouvements eustatiques ont été lents, comme certains indices permettent de le supposer, il a pu se former, surtout pendant les périodes négatives, des plateformes littorales auxquelles ne correspondent dans les vallées aucune terrasse. La série des plages pourra par suite présenter localement un nombre de termes plus grand que celle des terrasses.

Ainsi, même dans les cas où les traces des anciens rivages seraient intactes, où la dénudation, le ruissellement sur les pentes, la présence d'anciennes dunes, n'auraient pas altéré leurs altitudes originelles, la comparaison des observations faites dans des régions éloignées sera le plus souvent à peu près impossible, tant que l'on ne parviendra pas à éliminer la part d'influence des marées dans les altitudes observées, élimination qui jusqu'à présent, n'a, je crois, jamais été tentée.

1. de LAMOTHE. *Op. cit.* 1899, p. 299.
2. A l'entrée de la baie de Fundy, l'amplitude des marees est seulement de 2 m. 70; elle atteint 16 m. au fond de la baie.

Il convient d'ajouter que les altitudes ont été rarement déterminées par des procédés rigoureux, sauf dans les pays qui possèdent des cartes à grande échelle (1/25.000 au moins) et que, par suite, les nombres obtenus n'offrent pas, en général, la précision nécessaire.

On ne peut guère espérer, dans l'avenir, combler entièrement ces lacunes. Dans beaucoup de régions, le nombre des observations sera toujours nécessairement très restreint. Les causes de destruction des anciennes plages ont été, en effet, très nombreuses, et leur disparition est un fait beaucoup plus général que leur conservation. Sur les côtes escarpées, quelques rares galets sont souvent les seuls témoins de l'action de la mer (Sidi Féredj et pentes de Bouzaréah à l'ouest d'Alger). Sur les côtes plates ou peu inclinées, c'est à une distance plus ou moins grande dans l'intérieur qu'il faudrait rechercher les traces des plages les plus anciennes; mais, si l'on réfléchit que la dénudation du bassin hydrographique a dû, depuis l'époque de la plage de 200 m. par exemple, atteindre une valeur équivalente sur une partie de sa surface, on concevra sans peine que la probabilité de retrouver ces traces soit extrêmement faible. L'action de l'homme sur les côtes occupées par les peuples primitifs [1], la végétation dans les pays équatoriaux, la présence de glaciers, ont aussi, à des degrés divers, contribué à la disparition des anciennes lignes de rivage.

On comprendra donc qu'en présence de toutes les difficultés que je viens d'exposer, j'aie été amené à renoncer dans ce premier essai d'étude comparée, à faire porter les comparaisons sur les anciennes lignes de rivage, et à me borner à l'utilisation des matériaux concernant les terrasses fluviales. On ne peut, pour le moment, que souhaiter avec M. Geikie [2] que l'étude de ces anciennes lignes de rivage soit l'objet, dans l'avenir, de recherches méthodiques et précises : la multiplicité et la précision des résultats permettront seuls de faire la part des influences perturbatrices et d'obtenir des données comparables [3].

1. Observation de Robert, citée par Suess. *La Face de la terre*, édit. française, II, p. 21.

2. A. Geikie. De la coopération internationale dans les investigations géologiques. Mémoire présenté au Congrès géologique international de 1900, p. 6.

3. Pour montrer l'intérêt de ces recherches, je citerai le relevé suivant des anciennes plages de la baie Murray (Commission géologique du Canada. Rapport de progrès jusqu'en 1863, p. 979). On y a observé quatre plages à 30,

2° *Difficultés de l'étude comparée des anciennes terrasses fluviales.*

Malgré l'abondance des matériaux, cette étude soulève encore un certain nombre de difficultés qui limitent fatalement le nombre des documents utilisables : elles proviennent surtout du manque de précision de la plupart des observations. En général, la détermination des altitudes laisse à désirer. Quelques auteurs se sont bornés à donner des altitudes absolues : ce renseignement est sans valeur, et il est impossible d'en tirer parti, si des cartes topographiques à grande échelle ou la connaissance du profil longitudinal du cours d'eau ne permettent pas d'en déduire les altitudes relatives. D'autres se contentent d'encadrer les niveaux entre des limites trop vagues pour qu'on puisse les comparer.

Dans les pays comme la France, où les cartes à grande échelle font défaut, une détermination rigoureuse n'est possible que dans des cas très rares, et par suite un grand nombre d'observations demeurent inutilisables.

Trop souvent les altitudes ont été prises à la surface supérieure des terrasses, sans faire abstraction des limons, des cônes de déjection latéraux, des dépôts glaciaires qui en ont relevé le niveau, ou sans tenir compte des ravinements qui ont déprimé cette surface. Des erreurs de 8 à 10 m. et plus, peuvent être la conséquence de ces oublis.

La connaissance préalable du profil longitudinal du cours d'eau est nécessaire pour comparer des terrasses situées sur des points éloignés d'une même vallée, car je montrerai dans les paragraphes consacrés aux vallées du Rhône et de la Moselle, l'influence considérable que peut exercer l'état de ce profil sur leurs altitudes relatives. Or, je ne crois pas qu'aucun géologue s'en soit jusqu'à présent préoccupé.

Nous verrons également (chapitre V) que les comparaisons ne peuvent utilement porter que sur des portions de vallée *à pentes très faibles* où le profil d'équilibre non seulement est à peu près atteint actuellement, mais était déjà réalisé à l'époque de la formation des plus anciennes terrasses. Les altitudes relatives des terrasses et leurs intervalles croissent en effet très rapidement avec les pentes des cours d'eau, et les comparaisons qui porteraient sur des

100, 182, 326 pieds. Ces nombres convertis en mètres (pied anglais = 0 m. 305) deviennent respectivement : 9 m. — 30 m. 5 — 55 m. 5 — 99 m. 43. Il est difficile de ne pas être frappé des analogies de cette série avec celle de l'Isser, les trois derniers termes concordant d'une façon absolue dans les deux séries.

régions où l'évolution du profil a été très différente, ne pourraient aboutir à aucun résultat pratique.

Enfin, on remarquera qu'il était indispensable, surtout dans une tentative qui est, je crois, la première de ce genre, de ne choisir comme sujets de comparaison que des régions assez rapprochées pour permettre d'étudier sur place et de résoudre au besoin *de visu* les difficultés d'interprétation que peuvent incidemment faire naître les travaux dont elles ont été l'objet.

Pour ces différentes raisons, l'étude comparative des terrasses fluviales que j'ai entreprise dans ce mémoire s'est trouvée limitée en dehors de l'Isser, aux vallées de la Moselle, du Rhin et du Rhône. Dans la Moselle, j'ai utilisé pour la région en amont de Toul, les recherches que j'y poursuis depuis une vingtaine d'années, recherches qui ont été notablement facilitées par les levers de précision à 1/20.000 du service du Génie. Grâce aux travaux de M. Grebe dans les environs de Trèves, j'ai pu essayer de donner une idée générale de la série complète des formations alluviales de cette vallée. Dans la vallée du Rhin pour des raisons que j'indiquerai au chapitre III, je me suis borné à bien préciser la série des terrasses des environs de Bâle, telle qu'elle résulte des travaux de du Pasquier et de M. Gutzwiller. Dans la vallée du Rhône, le seul système de terrasses bien caractérisé et bien conservé est, jusqu'à présent, celui que M. Depéret a signalé dans les environs de Valence, et dont la carte géologique détaillée donne le tracé. En utilisant les différents nivellements exécutés dans cette région et les cotes de la carte qui sont en général *très exactes* [1], j'ai pu déterminer avec une très grande précision les altitudes de la plupart des niveaux, et il m'a paru possible, par suite, d'utiliser les données relatives aux terrasses de Valence au même titre que celles fournies par les autres vallées.

Bien que mes recherches aient été limitées aux quatre vallées précitées, et même à des portions restreintes de plusieurs d'entre elles, les résultats obtenus concordent d'une façon si remarquable, que l'extension aux vallées du Rhin, du Rhône et de la Moselle des conclusions tirées de l'étude de l'Isser apparaîtra, je l'espère, comme suffisamment justifiée.

1. Cette observation ne s'applique, bien entendu, qu'à la feuille de Valence.

Chapitre III. — Etude des terrasses de la Moselle, du Rhin et du Rhône

I. — Vallée de la Moselle

Dans le mémoire que j'ai publié en 1897 sur les terrains de transport du bassin de la haute Moselle [1], j'ai signalé l'existence en aval de Noir-Gueux de plusieurs terrasses et niveaux de cailloutis. Grâce à une exploration récente de la plus grande partie de la vallée en amont de Toul, je puis en donner aujourd'hui un aperçu un peu plus complet et plus précis.

Toutefois, comme en l'absence de cartes à grande échelle, il était matériellement impossible de déterminer et de suivre les niveaux sur toute cette étendue, je me suis borné à étudier les points où ces niveaux étaient le mieux conservés et où les *levers de précision* permettaient une détermination rigoureuse des altitudes [2].

Je terminerai cette étude de la haute Moselle par un résumé très succinct des résultats auxquels sont arrivés les géologues allemands dans la basse Moselle, de façon à donner une idée de l'évolution de l'ensemble de la vallée à partir du Pliocène supérieur.

A. — La Moselle en amont de Metz [3]

1° Absence de terrasses dans l'intérieur du massif vosgien

Dans *l'intérieur* de l'*île montagneuse des Vosges* [4], le bassin de la Moselle ne présente *aucunes traces* de terrasses. Les pentes, jusqu'au voisinage des points culminants du plateau vosgien, sont fréquemment recouvertes de galets roulés dont la présence prouve

1. de Lamothe. Note sur les terrains de transport du bassin de la haute Moselle, 1897. *B. S G. F.*, (3), XXV, pages 378 et seq.

2. Presque toutes les altitudes indiquées ont été prises sur les levers à 1/20.000.

3. Consulter les feuilles 69 (Nancy), 70 (Lunéville), 85 (Epinal) de la carte géologique détaillée à 1/80.000, ainsi que la carte à 1/200.000 jointe à ma note précitée.

4. J'emprunte cette expression à E. de Beaumont; elle exprime d'une façon saisissante la saillie actuelle du massif vosgien par rapport aux régions circonvoisines. — Dufrénoy et E. de Beaumont. Explic. de la Carte géologique de France. I. Les Vosges.

que le creusement des vallées du bassin, sur une étendue verticale de 400 m. au moins, a été un phénomène progressif. Mais ces cailloutis ne forment qu'exceptionnellement des dépôts d'une puissance appréciable (crête de la rive gauche de la Moselle entre Château-Lambert et le Mont-de-Fourches, la Demoiselle, Bois de la Feigne au N. O. de Longuet, etc.), et il ne me paraît pas possible, *pour le moment du moins*, de tirer aucune conclusion de la comparaison de leurs altitudes relatives. On remarquera, du reste, que les plus anciens de ces dépôts se sont formés à une époque où les cours d'eau de la région montagneuse n'avaient certainement pas encore acquis leur profil d'équilibre, ou plus exactement réalisé la continuité de leurs pentes; leurs lits devaient être encore interrompus par des rapides et des chutes [1]. Dans ces conditions, ainsi que je le montrerai dans le chapitre V, les nappes qu'ils ont formées ne peuvent avoir aucun lien avec les nappes régulières de la zone extra-montagneuse, et leur étude ne présente dès lors qu'un intérêt secondaire, au point de vue qui nous occupe. On ne doit pas perdre de vue, en outre, qu'il est à peu près impossible d'expliquer les particularités des dépôts de transport de l'île vosgienne sans admettre l'intervention de mouvements positifs ou négatifs, affectant le massif vosgien sans agir sur les régions circonvoisines [2]. Cette intervention, qui a nécessairement modifié les positions relatives des dépôts, rend très difficiles les recherches qui les concernent.

Il existe, il est vrai, *en amont de Remiremont*, dans le fond même de la vallée principale et de ses affluents, des accumulations de sables et de galets roulés qui occupent des étendues souvent considérables le long du cours d'eau et présentent quelque analogie avec les terrasses régulières (sablons de Bussang, de Remenvillers, de Rupt, du Vacceux, de Travexin, de Sainte-Anne, près Remiremont, des Goujoux, etc.). Mais on reconnaît bien vite en les étudiant qu'aucune confusion n'est possible. Ces dépôts ne forment pas une bordure continue, conservant, par rapport au thalweg, une altitude constante ou variant d'une façon régulière; ils sont au contraire disposés en gradins successifs, superposés comme des marches d'escaliers; la comparaison de leurs altitudes absolues et leur stratification inclinée le plus souvent à 25° ou 30°, ne laissent aucun doute sur leur origine lacustre : comme je l'ai

1. C'est la conséquence nécessaire de la disposition du grès vosgien en gradins d'altitude croissante de la périphérie de l'Ile vers l'intérieur.
2. de LAMOTHE. *Op. cit.*, 1897, p. 435 et seq.

démontré [1] il est impossible de concevoir leur formation sans faire intervenir une nappe d'eau dont le niveau se serait abaissé par saccades depuis la cote 620 jusqu'à la cote 406.

En aval de Remiremont, ou plus exactement à partir du confluent de la Moselle et de la Moselotte, on voit brusquement apparaître sur les deux rives de la Moselle de larges terrasses alluviales à surface très souvent plane, dont l'altitude au-dessus du thalweg ne dépasse pas 25 à 30 m., et que, malgré d'assez nombreuses lacunes, on peut suivre vers l'aval bien au-delà de la frontière. Si l'on ne pénétrait pas dans les détails, on serait tenté d'y voir une formation homogène et de considérer leur ensemble comme représentant une basse terrasse. Il est facile de montrer que cette interprétation ne serait pas fondée.

Ainsi que je l'ai fait déjà remarquer [2] cet ensemble est en réalité formé de deux zones séparées par l'accident topographique de Noir-Gueux, et bien distinctes par tous leurs caractères (fig. 3) [3] :

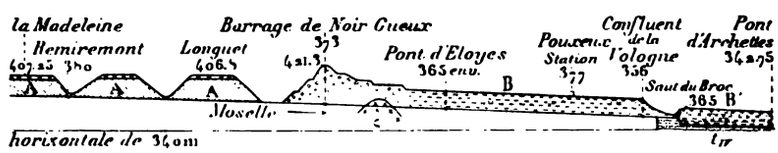


Fig. 3. — Coupe schématique des alluvions de la Moselle entre Remiremont et le Saut du Broc. — Echelle approximative des longueurs : 1 millim. pour 146 mètres.

ε, Affleurement de gneiss granulitique ; t_{IV}, Grès vosgien : A, Terrasses lacustres à stratification inclinée ; B, Basse terrasse à stratification horizontale ; B', Gradin inférieur de la basse terrasse.

a. — *En amont de Noir-Gueux*, la surface de tous les lambeaux est contenue dans un même plan dont l'horizontalité est presque absolue sur près de 7 kil. (407 m. 25 La Madeleine, 406 m. 8 plateau de Longuet) [4]. L'altitude des terrasses au-dessus du thalweg va par suite en croissant d'une façon notable de l'amont vers l'aval (25 m. 5 à la Madeleine, 33 m. vis-à-vis Longuet).

1. de LAMOTHE. *Op. cit.*, 1897, p. 398 et seq. Voir aussi la planche XVII.
2. de LAMOTHE. *Op. cit.*, 1897, p. 400, 403. La carte jointe à cette note a nettement séparé ces deux zones.
3. Cette figure est destinée à remplacer celle de la page 399 du mémoire de 1897 qui par suite d'une erreur de gravure avait été mal disposée.
4. Cotes fournies par les plans à 1/20.000.

En aval d'Eloyes, au contraire, la surface supérieure de tous les lambeaux est contenue dans deux plans inclinés parallèles au thalweg, c'est-à-dire dont les altitudes relatives ne varient pas sensiblement jusqu'à Metz et même jusqu'à Trèves.

b. — *En amont de Noir-Gueux*, la stratification est partout inclinée à 27° ou 30°, sauf dans les coupures faites par les eaux, où elle est horizontale. Les couches inclinées sont recouvertes d'une nappe horizontale de galets qui forme la surface supérieure de la terrasse. Toutes les coupes fraîches que j'ai vues depuis vingt-deux ans démontrent d'une façon très nette cette structure et je ne puis m'expliquer qu'elle ait pu être niée [1]. (La Madeleine, Saint-Etienne, le Châtelet, usine Béchamp, tranchées exécutées pour l'établissement du canal de la Moselle entre Saint-Nabord et Noir-Gueux en 1883).

En aval d'Eloyes la stratification est toujours parallèle au thalweg, c'est-à-dire sensiblement horizontale; elle est marquée par l'intercalation de lentilles de sable et de graviers, et par l'horizontalité habituelle des grands axes des galets. (Gravières d'Arches, d'Archettes, de la Vierge, d'Epinal, de Châtel, de Thaon, de Charmes..., etc.).

c. — *En amont de Noir-Gueux*, il y a absence *complète* de blocs dans les alluvions en couches inclinées qui sont formées exclusivement de petits matériaux et où le sable joue un rôle considérable, souvent prépondérant. Les blocs ne se rencontrent que dans les coupures faites par les eaux (talus de Saint-Etienne près du pont de Remiremont) et à la surface des dépôts surtout au voisinage des pentes.

A *partir de Noir-Gueux*, le sable devient beaucoup moins abondant et jusqu'à une distance assez grande des Vosges, ne joue plus qu'un rôle subordonné par rapport aux galets. Des blocs d'origine généralement rapprochée se montrent surtout au voisinage de Noir-Gueux ; leur volume habituellement faible (1/2 m. c.) peut atteindre exceptionnellement 5 m. c. (bloc de granulite au sud-est de la gare d'Eloyes). Ces blocs ne semblent pas avoir dépassé Dognéville : ceux que Hogard y a signalés étaient de petite dimension et provenaient du massif granulitique d'Epinal. A Thaon, près de la gare, les plus gros ont 30 à 35 cent. de diamètre.

Les blocs sont toujours arrondis et même roulés, quand ils sont d'origine lointaine ; les seuls blocs anguleux sont ceux qui ont été l'objet d'une exploitation ou qui proviennent des pentes voi-

1. *B. S. G. F.* Réunion extraordinaire à Remiremont. Note de M. Bleicher, (3), XXV, p. 924.

sines. Ceux qui ont leurs arêtes faiblement émoussées sont *toujours* d'origine très rapprochée.

d. — Les dépôts *en amont de Noir-Gueux* sont caractérisés par l'*extrême* rareté des granites à amphibole caractéristiques des Ballons d'Alsace et de Servance [1] ; mais ces roches n'y font pas défaut, comme on l'a prétendu à tort (*B. S. G. F.* (3), XXV, p. 925) ; j'en ai trouvé dans presque toutes les sablières.

Ces mêmes roches ne se rencontrent avec quelque fréquence que dans les coupures de la Moselle (placage à structure torrentielle contre les pentes de la terrasse de Saint-Etienne, coupure de Noir-Gueux, etc.), et dans le lit de la rivière.

En *aval de Noir-Gueux* les granites feuille morte qui ne se montrent qu'exceptionnellement dans le barrage, sauf sur la rive gauche, apparaissent en grand nombre dans la terrasse basse à partir de la gare d'Eloyes.

On voit qu'il est impossible de considérer les dépôts situés en aval de Noir-Gueux comme le prolongement de ceux situés dans la cuvette de Remiremont. Ce sont des dépôts formés dans des conditions absolument différentes, à tous les points de vue : les premiers sont nettement fluviatiles, les seconds franchement lacustres. La basse terrasse ne commence par suite qu'en aval de Noir-Gueux ou plus exactement, près d'Eloyes, où se termine l'accident topographique de Noir-Gueux et où la Moselle franchit la grande faille qui limite vers l'ouest l'Ile vosgienne. On peut dire par conséquent que la *basse terrasse n'existe actuellement qu'en dehors du massif vosgien.*

2° Basses terrasses [2].

La basse terrasse, dont je viens d'indiquer les caractères généraux, borde la vallée de la Moselle en aval d'Eloyes jusqu'à Toul, et même bien au-delà vers l'aval, puisqu'on en retrouve des traces à Metz, à Trèves, etc. Elle est parfois continue sur de grandes étendues ; sa largeur transversale peut atteindre 700 m. (Pouxeux) et exceptionnellement 1400 m. (au sud de Chavelot).

1. La variété qui constitue les sommets de ces Ballons est connue dans les arts sous le nom de granite feuille morte, terme dont je me servirai à l'avenir pour abréger. Voir ma note de 1897, p. 416.

2. Il est à peu près impossible de suivre ces terrasses sur la feuille d'Epinal où la plupart des lambeaux en aval d'Epinal n'ont pas été figurés ; elles sont au contraire très bien représentées sur la carte de de Billy, à la même échelle, publiée il y a 50 ans.

Elle est essentiellement formée de sable et de galets roulés en parfait état de conservation ; la stratification est horizontale. Le limon n'y joue qu'un rôle accessoire, il fait le plus souvent défaut et son épaisseur, quand il existe, est toujours très faible (0 m. 50 à 1 m.) sauf au voisinage des pentes. (Charmes, rive droite).

L'épaisseur totale des alluvions de la basse terrasse est très variable, par suite des dénudations qu'elle a subiés. Entre Eloyes et Pouxeux, entre Epinal et Chavelot, entre Girmont et Vaxoncourt, elle atteint au moins 20 m. ; à Thaon, elle a dû s'élever très probablement à 30 m. Elle est en général beaucoup plus faible, et parfois même, les cailloutis ne forment qu'une couche de quelques décimètres sur la plateforme rocheuse qui correspond en partie à l'ancien fond de la vallée.

La basse terrasse se compose en réalité de deux niveaux bien distincts, quoique emboîtés, l'un de 20 m., l'autre de 30 m.

En aval d'Epinal, le niveau le plus bas est de beaucoup le plus développé et le seul qui soit à peu près intact; c'est lui qui forme presque entièrement les larges terrasses que suit la voie ferrée entre Epinal et Thaon (terrasses de la gare d'Epinal, de Golbey, de Thaon [1], de Girmont à Vaxoncourt [1], de Charmes à Chamagne, du Bois de la Ville en aval de Toul, etc...). Plusieurs de ces terrasses n'offrent aucune pente transversale appréciable malgré leur grande largeur. D'après les levers de précision, l'altitude de ce niveau est comprise entre 19 et 21 m. ; elle est le plus souvent égale à 20 m.

Au voisinage des pentes et surtout dans les rentrants de la vallée, on observe à la surface de la terrasse de 20 m., sur un grand nombre de points, des cailloutis de même nature qui s'élèvent à 5-10 m. au-dessus de cette surface. Ce sont les débris d'une nappe plus ancienne qui s'élevait à 30 m. au-dessus de la Moselle: la nappe de 20 m. s'est, en partie, formée à ses dépens et y est emboîtée.

Parmi les points où les observations sont les plus faciles je citerai les suivants :

Au sud de la route de Mirecourt, près de Golbey, une grande gravière en exploitation s'élève exactement à 345 m., dominant la terrasse de la gare de 8 m. et la rivière de 27 à 28 m. Une partie de la large terrasse qui s'étend de Golbey à Chavelot est encore à 26-28 m. A l'ouest de la gare de Thaon la coupe est particulière-

1. Teintée comme Muschelkalk sur la carte d'Epinal.

ment nette comme le montre la figure 4 : il y a une petite plateforme de cailloutis granitiques à 331 m. (30 m. au-dessus de la Moselle) et une autre qui supporte la gare à 321 m. (19 à 20 m. au-dessus de la Moselle). Entre Nomexy et Vincey, le mamelon 309

Fig. 4. — Coupe des terrasses de la rive gauche de la Moselle à Thaon. — Echelle approximative des longueurs : 1 millim. pour 32 mètres.

L, Limon argileux recouvrant les cailloutis de la moyenne terrasse ; M, Gradin supérieur de la basse terrasse ; B, Gradin inférieur ; t_1, Muschelkalk.

de la carte d'état-major est formé de cailloutis stratifiés qui marquent à peu près l'ancien niveau de la nappe alluviale, à 27 m. au-dessus de la Moselle. Le niveau de 30 m. est certainement représenté dans la forêt de Charmes ; mais il m'a été impossible, faute de cartes à grande échelle, de l'y suivre. On l'observe à Méréville, entre ce village et Pont-Saint-Vincent.

Au nord-est de Toul, la partie supérieure des cailloutis de Bois-la-Ville, en partie masquée par du limon, forme à 28-30 m. au-dessus de la Moselle une plateforme bien distincte de celle de 20 m. qui en borde le pied, et le petit plateau alluvial qui supporte la batterie de Gondreville, sur la rive droite, est également à 30 m.

Enfin, à Metz [1], le vaste plateau du Sablon entre la Seille et la Moselle est à 30 m. au-dessus de la rivière ; l'épaisseur des alluvions est de 12 à 15 m.

En amont d'Epinal, on retrouve jusqu'à Arches des débris plus ou moins étendus des nappes que je viens de décrire. Celui de la Vierge (1500 m. en amont) est le plus important, il forme une bordure dont la largeur peut atteindre 40 à 50 m. et que l'on peut suivre presque sans interruption sur la rive droite sur 2 k. 5 jusqu'en face de Dinozé. En approchant des pentes les cailloutis disparaissent et sont recouverts par une couche épaisse de sable à galets de quartz blanc provenant par ruissellement du grès vosgien des pentes voisines. Si l'on tient compte de cette particu-

1. JACQUOT. *Descript. géol. de la Moselle*, p. 310 et seq. — SCHUMACHER. *Mittheilungen der geolog. Landesanstalt von Elsass-Lothringen*, p. XXXII et seq., tome IV.

larité, on peut admettre que l'altitude relative de la terrasse de la Vierge est de 30 m. au plus.

Un petit lambeau de la même nappe se montre au sud de la gare de Dinozé, à l'altitude de 27-30 m. A Arches (fig. 8) l'église est bâtie sur une vaste plateforme de 250 m. de largeur, sans pente transversale, qui s'étend d'une façon continue sur près de 800 m. depuis Arches jusqu'au débouché de la vallée de la Niche. Son altitude est de 16 m. 5. Vis-à-vis, sur l'autre rive de la Niche, on trouve superposés deux lambeaux d'alluvions, l'un à 16-17 m., l'autre à 30 m.

La grande plateforme de grès vosgien qui domine la rive droite du vallon de Géroménil, en amont et en aval du village, est *en aval* bordée par un placage de cailloutis granitiques avec sable blanc très bien lavé qui forme un replat très net à 396 m., dominant par suite le thalweg de 26 m. Comme on ne peut pas suivre ces cailloutis jusqu'à Arches et que d'autre part la rapidité des pentes de la vallée est très grande (0.0078) il est difficile de dire à quel niveau de la basse terrasse ils correspondent. En face d'Arches, la terrasse sur laquelle est bâti le village d'Archettes est en partie formée par un cône de déjection dont la tête est dans le ravin de Mossoux : il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte ; mais au nord de l'église, il existe encore un petit lambeau correspondant exactement à celui d'Arches.

Plus à l'est, la vaste plateforme qui s'étend entre la Niche, le Saut du Broc et Pouxeux, est à 365 m. 6, par conséquent à 17 m. au-dessus de la Moselle.

Enfin, toutes les terrasses qui bordent les deux rives depuis Pouxeux jusqu'à la halte d'Eloyes sont uniformément à 19-20 m. au-dessus de la Moselle (fig. 3).

Bien que cette altitude soit exactement la même que celle des terrasses du niveau inférieur en aval d'Épinal, il est impossible de considérer les terrasses situées entre Eloyes et Pouxeux comme appartenant à ce niveau. Il suffit pour s'en rendre compte de jeter les yeux sur le profil longitudinal de la Moselle donné par la figure 5. Ce profil montre qu'en aval de Thaon, la Moselle possède à peu près son profil d'équilibre et a réalisé la continuité des pentes, tandis qu'en amont, jusqu'à Remiremont, son lit présente un double bombement formé par la granulite de C en D, par le grès vosgien de D en E, puis par des alluvions de profondeur inconnue jusqu'à Remiremont. C'est à un de ces bombements qu'est dû le Saut du Broc, cataracte en miniature de 7 à 8 m.

Si la période actuelle a une durée suffisamment longue, la Moselle finira par régulariser son lit entre Thaon et Remiremont et suivra à peu près le profil marqué en pointillé. Lorsque ce travail sera terminé, les altitudes relatives de toutes les terrasses de cette région se trouveront augmentées de quantités variables suivant leur position par rapport aux bombements. Il faut donc, si l'on veut les comparer à celles de la région en aval de Thaon, qui, pendant le même temps, n'auront éprouvé que des variations d'altitude très faibles, leur faire subir au préalable une correction additive plus ou moins grande.

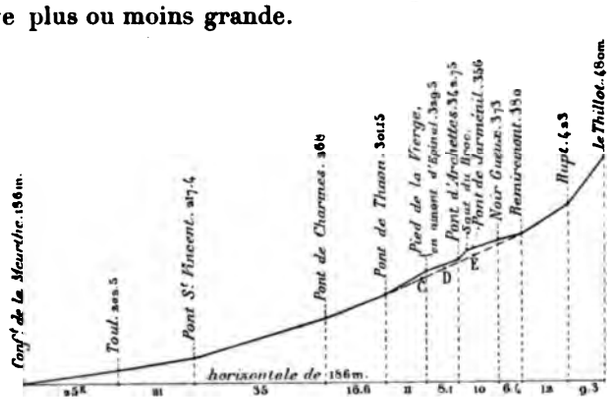


Fig. 5. — Profil longitudinal de la vallée de la Moselle entre Frouard et le Thillot (Eaux moyennes). — Echelle : longueurs 1 millim. pour 2 kilom.; hauteurs 1 millim. pour 10 mètres.

Entre Pouxeux et Eloyes cette correction peut, avec une grande probabilité, être évaluée *au minimum* à 10-12 m., le Saut du Broc représentant à lui seul près de 8 m. ; l'altitude finale des terrasses de cette zone atteindrait donc 29-31 m. A Arches, la correction serait de 3 à 4 m. ; enfin à la Vierge elle s'élèverait à 4 ou 5 m.

Ainsi, lorsque la régularisation du lit sera terminée, les basses terrasses entre Epinal et Eloyes comprendront deux niveaux : l'un de 30-32 m. au moins (exceptionnellement 34 à 35 m. à la Vierge), l'autre de 20 m., qui seront le prolongement des deux niveaux de 20 et de 30 m. signalés en aval d'Epinal.

On verra dans le chapitre V que le léger écart d'altitude que présente la terrasse de la Vierge est la conséquence des lois qui régissent la formation des nappes alluviales.

Age de la basse terrasse.

L'âge de la basse terrasse, considérée dans son ensemble, est nettement fixé par les nombreux fossiles qu'on y a trouvés, notam-

ment à Toul [1], à Metz [2], et près de Schweich en aval de Trèves [3]. Ils proviennent surtout d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorinus*. A Metz, on les a recueillis dans la terrasse de 30 m. A Toul, ceux des fortifications proviennent plutôt du niveau inférieur de la basse terrasse; ceux du vallon de l'Ingressin sont peut-être plus anciens et pourraient appartenir à un débris de la moyenne terrasse dont il sera question plus loin.

On peut, je crois, considérer comme immédiatement antérieurs au remblai qui constitue la basse terrasse, et comme contemporains de la fin du creusement qui a précédé ce remblai, les lignites étudiés par M. Fliche à la base des cailloutis de Jarville [4]. Aucune coupe cotée n'ayant, à ma connaissance du moins, été publiée, il ne m'est pas possible de dire actuellement si ces lignites sont à la base du niveau de 30 m. ou à la base de celui de 20 m. On y a trouvé *Larix Europæa*, *Picea excelsa*, *Pinus Montana*, *Alnus viridis*, *Alnus incana*, *Betula alba* (forme *pubescens*). M. Fliche a cru pouvoir conclure de cette association que la région était couverte par une forêt à caractère boréal très accentué.

Liaison entre la basse terrasse et les dépôts lacustres de la région de Remiremont.

Nous avons vu que la zone des basses terrasses fluviales se terminait à l'amont près d'Eloyes, et que celle des terrasses lacustres s'arrêtait à l'aval près de Noir-Gueux (fig. 3). Entre ces deux zones se place une forme topographique des plus remarquables, le barrage de Noir-Gueux, signalée depuis longtemps par Hogard, et dont j'ai rappelé en 1897 [5] les caractères principaux et prouvé l'origine alluviale et latérale (fig. 6 et 7).

Je me bornerai donc ici à appeler l'attention sur les particularités topographiques du barrage, notamment sur celles qui définissent ses rapports avec les dépôts qu'il sépare.

Vu d'amont, le barrage de Noir-Gueux a l'aspect d'une digue gigantesque de 50 m. de hauteur et de 1600 m. de longueur, jetée d'une rive à l'autre de la Moselle, dans l'axe du vallon de la

1 Husson. *Origine de l'espèce humaine dans les environs de Toul*, 1867. Réunion de huit brochures publiées de 1864 à 1867. Carte géol. détaillée 1/80.000 Nancy. Légende.

2. Jacquot. *Descrip. géol. du département de la Moselle.*

3. *Erlaüterungen zur geol. specialkarten von Preussen.* Blatt Sweich.

4. Fliche. Sur les lignites quaternaires des environs de Jarville. *C. R. Ac. Sc.* 10 mai 1875. — Id. Note sur la flore des lignites du nord-est de la France. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 959 et seq.

5. de Lamothe. *Op. cit.* 1897, p. 415 et seq.

Suche, et à travers laquelle les eaux s'échappent par une étroite coupure, large de 40 m. à peine à la base, de 300 m. au sommet.

Ce caractère de digue ou de barrage transversal est d'autant plus saisissant que la vallée en amont, sur 7 à 800 mètres, semble avoir été déblayée presque complètement jusqu'au niveau de la Moselle, des alluvions qui l'encombraient, de sorte qu'entre le pied de la digue et l'extrémité de la terrasse de Longuet, il existe une vaste dépression qui a tous les caractères d'un cirque d'érosion.

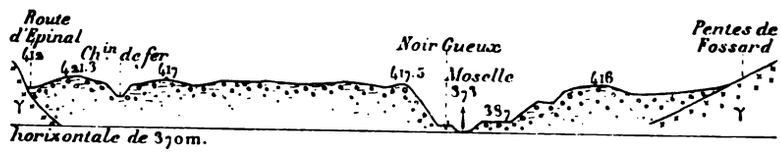


Fig. 6. — Coupe transversale du barrage de Noir-Gueux. — Echelle approximative des longueurs : 1 millim. pour 16 mètres.

γ, Gneiss et granulites.

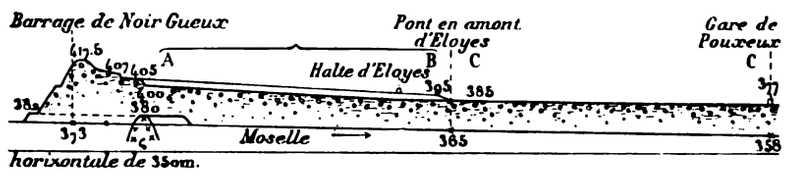


Fig. 7. — Schéma montrant l'élévation du barrage de Noir-Gueux sur la rive gauche de la Moselle et son raccordement avec la basse terrasse. — Echelle approximative des longueurs 1 millim. pour 56 mètres.

AB, Cône de déjection avec ses terrasses d'érosion ; CC, Basse terrasse de 19 à 20 mètres ; ς, Affleurement de gneiss granulitique à la base du barrage.

En aval, l'aspect est tout différent : le barrage de Noir-Gueux forme simplement une digue irrégulière dominant de 10 à 15 m. au plus la nappe alluviale remarquablement plane qui s'étend au nord jusqu'à la gare d'Eloyes où commence la terrasse basse. Cette nappe alluviale dont la pente générale est 4 ou 5 fois plus forte que celle de la Moselle actuelle (0,008 à 0,011 au lieu de 0,002) présente plusieurs ressauts successifs, correspondant à des terrasses d'érosion, qui tous convergent vers la coupure de Noir-Gueux. Il en résulte que l'altitude du barrage qui, à Noir-Gueux atteint 50 m. au-dessus de la rivière, tombe à 20 m. un peu en aval de la gare d'Eloyes.

Il est impossible de ne pas être frappé de la concordance appa-

rente qui se manifeste entre ces particularités topographiques et celles qui caractérisent les amphithéâtres morainiques. Nous retrouvons à Noir-Gueux la digue formée par la moraine frontale, le cône de déjection ou de transition qui la raccorde à la basse terrasse, la dépression centrale avec ses dépôts lacustres : il est même intéressant de constater que les caractères *extérieurs* de l'accident de Noir-Gueux sont beaucoup plus nets que ceux de beaucoup d'amphithéâtres morainiques, surtout en ce qui concerne les formations lacustres. Celles-ci, en amont de Noir-Gueux, se sont élevées à la cote 407, c'est-à-dire à 34 m. au-dessus du fond de la coupure actuelle ; on a donc ici la preuve que pendant leur dépôt, la coupure était complètement fermée, jusqu'à une altitude très peu inférieure à celle du sommet de la digue.

En réalité, les analogies s'arrêtent aux particularités superficielles et, malgré les affirmations des géologues qui n'ont étudié Noir-Gueux qu'à ce point de vue, je ne puis que maintenir les conclusions de ma note de 1897 qui, du reste, n'ont pas été réfutées. Comme je l'ai exposé, l'origine alluviale et latérale du barrage de Noir-Gueux est nettement établie par les faits ci-après :

1° La structure de la partie supérieure du barrage est nettement torrentielle : elle n'est pas morainique. Les éléments sont roulés, généralement petits, associés à du sable fin *bien lavé* ; les blocs sont relativement rares, leur volume est en général très faible (1/2 m. c.), presque tous portent des traces de l'action des eaux.

Par un contraste saisissant, les pentes des deux rives de la Moselle à l'est et à l'ouest de Noir-Gueux, sont couvertes de blocs erratiques parfois énormes (50 m. c.), souvent anguleux, qui s'élèvent jusque sur les points culminants, à 400 m. au-dessus de la vallée.

2° La base sud du barrage semble formée de sable fin, lavé, en couches stratifiées horizontalement (sablière au pied sud de la digue ouverte en 1877), et par places, de couches de sable et de gravier plongeant vers l'amont sous des angles de 30 à 35°.

3° La plupart des éléments sont originaires du massif de Fossard. Les types caractéristiques des Ballons (granite feuille morte, schistes du Carbonifère) y sont très rares, sauf au voisinage de la rive gauche, tandis qu'ils abondent, comme je l'ai dit plus haut, dans les parties inférieures du cône de transition et dans la basse terrasse avec laquelle il se raccorde [1].

1. Dans une note parue il y a quelques jours dans le tome XII du Bulletin des Services de la carte, M. Delebecque objecte que, d'après la carte, les torrents de la Suche et des Charbonniers paraissent de trop minime importance, pour avoir pu produire une accumulation de matériaux aussi consi-

Ces faits, et surtout la différence de composition existant entre le barrage et les dépôts qui l'encadrent à l'amont et à l'aval, sont évidemment inconciliables avec l'idée d'une origine glaciaire. Il est impossible, en effet, dans cette hypothèse, de comprendre comment un glacier aurait pu simultanément édifier une moraine terminale où les roches caractéristiques de la haute Moselle font défaut, et donner naissance néanmoins à des basses terrasses où ces mêmes roches abondent. Pendant son recul, le même glacier aurait dû accumuler en amont du barrage des dépôts lacustres privés de ces mêmes éléments.

On doit par conséquent considérer le barrage de Noir-Gueux comme un exemple typique d'une forme topographique regardée jusqu'à présent comme caractéristique de l'intervention des glaciers, et due cependant à des causes tout à fait différentes.

3° Terrasse de 50 a 60 mètres

Au-dessus des basses terrasses, on observe sur un grand nombre de points des lambeaux plus ou moins étendus d'une terrasse plus élevée dont l'altitude est comprise entre 50 et 60 m.

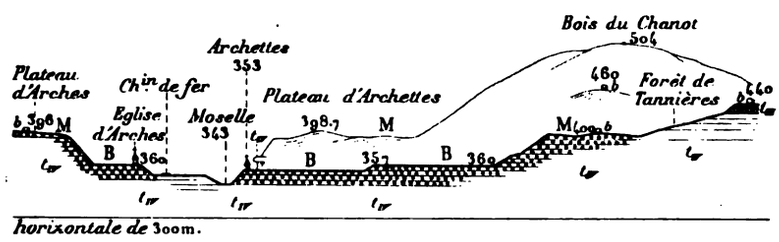


Fig. 8. — Coupe transversale de la vallée de la Moselle près d'Arches. Echelle approximative des longueurs : 1 millim. pour 66 mètres.

t_{III}, Grès bigarré ; t_{IV}, Grès vosgien ; M, Moyenne terrasse ; B, Basse terrasse ; *b*, Blocs erratiques. — Les alluvions sont indiquées par de petits cercles. Le plateau d'Archettes et le Bois du Chanot sont au deuxième plan.

C'est dans le bassin d'Arches que ce niveau est le plus remarquablement développé. Tout le bord sud du plateau de Tannières (fig. 8) entre le confluent de la Vologne et le vallon de Mossoux,

dérable que celle du barrage. Je regrette que M. Delebecque n'ait pas eu le loisir de remonter ces deux torrents; il aurait constaté qu'ils ont *en projection* chacun près de 2.800 m. de développement, avec 437 m. de différence de niveau, et sont alimentés par d'immenses bassins de réception.

Je reviendrai du reste sur cette question dans une note spéciale.

est formé par une terrasse alluviale dont la largeur peut atteindre 700 m., et dont l'épaisseur s'élève à près de 40 m. [1]. L'altitude atteint 405 m. à hauteur du Saut du Broc, soit 50 m. au-dessus de la Moselle.

Vis-à-vis, le plateau d'Arches est également bordé par une terrasse de cailloutis assez étroite, mais dont les débris s'étendent encore par places sur le grès vosgien du plateau jusqu'à l'altitude de 396 m. (53 m. au-dessus de la Moselle).

Tout le plateau au N.-O d'Archettes est recouvert par une masse énorme de cailloutis dont l'épaisseur dépasse certainement 20 m. et atteint très probablement 35 à 40 m. au-dessus des escarpements du grès vosgien. Le plateau a été très raviné, mais les points culminants qui s'élèvent à 398 m. permettent de fixer l'altitude minimum de la nappe alluviale à 58 m. au-dessus de la Moselle.

Enfin dans le ravin au sud de Pouxeux, une petite terrasse alluviale s'élève à 405 m., soit 50 m. au-dessus de la Moselle.

On voit que si l'on tient compte pour ces divers lambeaux de leur position par rapport au Saut du Broc, leurs altitudes relatives sont comprises entre 56 et 62 m.

Les alluvions qui constituent ces terrasses sont formées de cailloutis *stratifiés horizontalement* [2]. Les galets granitiques y abondent, et parmi eux j'ai noté, surtout sur le plateau d'Archettes, des granites feuille morte assez nombreux, en moins grande quantité toutefois que dans la basse terrasse ; les galets granitiques sont en général en bon état ; seuls les granites feuille morte recueillis à la surface des champs, sont souvent très altérés. Quelques blocs de gneiss ou de granulite, dont les plus gros peuvent cuber 3/4 m. c., sont encore visibles à la surface, notamment près de la forêt de Tannières.

A hauteur d'Epinal, les collines de la rive gauche sont couvertes d'une nappe épaisse de cailloutis surmontés de limons qui souvent en masquent complètement les affleurements. Ces limons qui constituent la « terre des bois » sont formés d'une argile jaune

1. Ce lambeau n'est pas indiqué sur la carte géologique, non plus que les cailloutis du plateau d'Archettes. Voir la carte jointe à ma note de 1897. Je ferai remarquer à cette occasion que M. Bleicher (*B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 926) m'a prêté à tort l'opinion que les cailloutis de Tannières étaient d'origine lacustre. Déjà, en 1897, j'en faisais une terrasse fluviale.

2. Gravière ouverte en 1881 sur le talus sud du plateau de Tannières, gravière au sud de Pouxeux.

d'ocre parfois jaspée de blanc [1] ; leur épaisseur peut atteindre et même dépasser 10 m.

Les cailloutis comprennent des galets roulés de toutes les roches du bassin en amont : ce sont principalement des quartzites du grès vosgien auxquelles s'associent des galets de roches cristallines (gneiss, granulites, granitites, porphyres divers). Les quartzites se montrent presque seuls à la surface et les roches cristallines n'apparaissent que dans la profondeur, très souvent altérées. C'est cette particularité qui a trompé Hogard ; n'ayant pas eu l'occasion de voir des coupes profondes, il a été amené à considérer ces alluvions comme exclusivement formées de quartzites du grès vosgien, et à imaginer pour expliquer ce phénomène, le moulage en glace de toute la région [2].

L'altitude de la masse de cailloutis peut être déterminée facilement dans le bois de la Louvroy (champ de manœuvre à l'ouest d'Epinal) ; elle s'élève sur ce point à 377 m., dominant par conséquent la Moselle de 59 à 60 m. au plus. Sur le plateau de Bois-l'Abbé, un peu au nord, les sondages exécutés lors de la construction du fort ont traversé, avant d'atteindre les sables caillouteux une épaisseur moyenne de 5 m. d'argile (0,50 de terre végétale, 2 m. 30 d'argile jaunâtre, 1 m. 50 d'argile rougeâtre avec quelques galets, 1 m. argile jaune avec galets) ; les cailloutis y sont par suite à l'altitude de 375 m. environ, soit 60 m. au-dessus du niveau de la Moselle, nombre qui concorde avec le précédent.

Les mêmes cailloutis recouverts de limon forment les plateaux qui séparent la Moselle de l'Avière, et même une partie de ceux qui bordent la rive gauche de cet affluent ; ils s'étendent également sur la rive droite de la Moselle et sont très développés près de Chatel et en aval. L'altitude de la nappe, abstraction faite des limons, est comprise entre 50 et 60 m. [3], mais plutôt voisine de 60 m.

A Charmes, les cailloutis couvrent la plus grande partie de la forêt et s'élèvent également à une soixantaine de mètres. Malheu-

1. HOGARD. *Syst. des Vosges*, 1837, p. 190. — LEVALLOIS. *Aperçu de la constit. géol. du départ. de la Meurthe*, 1862.

2. HOGARD. *Coup d'œil sur le terrain erratique des Vosges*, 1851 ; *Recherches sur les formations erratiques*, 1858.

Voir à ce sujet ma note de 1897, p. 392 et seq.

3. Ces dépôts n'ont été bien représentés que sur la carte géologique de de Billy, à 1/80.000. Sur la feuille d'Epinal de la carte géologique détaillée, on les a désignés sous le signe P ; mais on a omis les cailloutis et limons des bois de la Louvroy et on a marqué a^1 les cailloutis des Hauts Cailloux qui appartiennent au niveau de 50 à 60 m. et auraient dû par suite être marqués P.

reusement, ainsi que je l'ai déjà dit, l'absence de cartes à grande échelle, et en outre la présence de limons, rendent impossible le tracé des niveaux [1].

A l'Ermitage à 15 kil. en aval de Charmes, les mêmes cailloutis comprenant des quartzites et des débris granitiques forment une vaste terrasse élevée de 54 m. [2] au-dessus de la Moselle.

Enfin, au sud-ouest de Toul, le vaste plateau jurassique de Bois-le-Comte (Point 257) est recouvert de sables et de galets dont l'épaisseur dépasse probablement une dizaine de mètres et qui dominent de 54 m. la Moselle. Bien que les quartzites du grès vosgien y soient prépondérants, on y trouve de nombreux galets granitiques bien conservés, dont le grand axe peut atteindre 0 m. 10 ; une mince couche de limon recouvre par places les cailloutis [3].

En résumé, on trouve entre Jarménil et Toul des traces très nettes d'une nappe alluviale formant le plus souvent terrasse et dont l'altitude au-dessus du thalweg, voisine de 55 m. à Toul, paraît près d'Epinal se rapprocher de 60. Sa composition est très sensiblement différente de celle de la basse terrasse par suite de la prédominance des quartzites ; les granites feuille morte qui autour d'Archettes sont déjà un peu moins fréquents que dans la basse terrasse, semblent faire défaut en aval d'Epinal ; du moins je n'en ai pas encore trouvé. Cette absence peut, il est vrai, s'expliquer par la plus grande altérabilité de cette roche, et on peut supposer qu'on en trouverait des débris si l'on disposait de coupes profondes. En outre, il est impossible de concevoir la présence des galets de cette nature dans les graviers de l'Ingressin, près d'Ecrouves (N.-O. de Toul), si l'on n'admet pas qu'ils proviennent de la nappe de Bois-le-Comte. On est donc autorisé à conclure que la nappe de 50-60 m. a été formée par une ancienne Moselle plus élevée de 50-60 que la Moselle actuelle et prenant comme elle sa source dans les Ballons d'Alsace et de Servance.

1. Le signe a^1 a été sur la feuille de Lunéville affecté à tort à l'ensemble des dépôts de la forêt de Charmes.

2 Cote approximative ; ce dépôt n'est pas marqué sur la feuille de Lunéville.

3. Les limons de Chaudeney qui occupent sur la rive droite de la Moselle en face du plateau de Bois-le-Comte une situation analogue, ont, d'après Braconnier, la composition ci-après : silice 644, alumine 207, peroxyde de fer 50, chaux 9, magnésie 1, acide phosphorique 1, 2, perte au feu 92 (*Descript. géol. et agron. des terrains de Meurthe et Moselle*, p. 397 et 398).

Aucun reste de Vertébrés n'a été jusqu'à présent à ma connaissance du moins, trouvé dans la terrasse de 50-60 m. A l'époque de la construction du canal de l'Est, vers 1876, les fouilles exécutées au col de Bois-l'Abbé (3 kil. N.-O. d'Epinal) ont coupé une petite tourbière où l'on a recueilli un certain nombre de débris végétaux plus ou moins transformés en lignite, et quelques traces d'Insectes. M. Fliche qui les a déterminés [1] a, d'après des renseignements fournis par le service des travaux, mais sans donner aucune coupe, admis que cette tourbière était située à la base des cailloutis qui affleurent dans le col. En outre, partant de cette idée qu'il n'y a eu qu'un seul creusement suivi d'un comblement, il a logiquement conclu que les deux dépôts de Jarville et de Bois-l'Abbé, situés à la base des cailloutis, étaient synchroniques, contemporains de la fin du creusement de la vallée, et antérieurs à son remplissage par les alluvions.

Mais cette déduction se trouve tout d'abord en opposition avec les preuves que j'ai données de l'indépendance des basses terrasses et de la terrasse de 55 m., et la suite de ce travail montrera que cette indépendance n'est pas particulière aux terrasses précitées et appartient aux six niveaux de cailloutis de la vallée de la Moselle, chacun d'eux correspondant à une phase de remblai séparée de la précédente par une phase d'érosion.

D'autre part la superposition des cailloutis de Bois-l'Abbé sur la tourbe n'est nullement certaine. La coupe des terrains traversés par le canal, que le service des Ponts-et-Chaussées a bien voulu me communiquer, ne montre sur le tracé, qu'une seule tourbière qui doit par suite être la même que celle qui a fourni les débris fossiles. Cette tourbière dont l'altitude est de 361 m., se trouve à 40 m. au-dessus de la Moselle, à 7 ou 8 m. au-dessous du col. Elle *repose* sur des argiles jaunes identiques à celles qui couvrent le plateau de Bois-l'Abbé et en continuité avec elles ; elle doit donc leur être postérieure, et par conséquent être également postérieure à la formation de la nappe de 55 m.

La coupe n'indique pas qu'elle ait été recouverte par des cailloutis ; ce recouvrement, en admettant qu'il ait eu lieu, s'expliquerait tout naturellement par le ruissellement, phénomène fréquent toutes les fois que des terrains meubles couvrent les pentes [2].

1. Fliche. Sur les lignites quaternaires de Bois-l'Abbé, près d'Epinal. *C. R. Ac. Sc.*, 3 déc. 1883. — Id. Note sur la flore des lignites..., du nord-est de la France. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 959.

2. Je citerai comme un exemple typique le recouvrement des cailloutis du niveau de 30 m. par les argiles du Lias au col du Mauvais Lieu entre

Enfin la position de la tourbière à l'origine même du vallon du col, prouve qu'elle est postérieure au profil actuel de la vallée : elle n'eut certainement pas, dans le cas contraire, résisté aux dénudations qui ont précédé et suivi la formation de la basse terrasse.

Pour ces divers motifs, je considère la tourbière de Bois-l'Abbé comme appartenant au Néo-pleistocène, c'est-à-dire comme postérieure à toutes les terrasses ; elle serait par suite séparée de celle de Jarville (si toutefois celle-ci occupe réellement la place qui lui a été assignée) par tout l'intervalle de temps qui a nécessité : 1° la formation de la nappe de comblement dont la basse terrasse est un débris, 2° le creusement de cette nappe.

Cette conclusion n'infirme d'ailleurs en rien les considérations climatologiques que M. Fliche a basées sur l'examen de la flore de Bois-l'Abbé et que je n'ai pas à discuter ici, mais elle montre que ces considérations ne s'appliquent pas à la terrasse de 55 m. qui est beaucoup plus ancienne.

4° Niveaux de cailloutis plus élevés que les précédents

Niveau de 100 mètres.

Au-dessus des trois niveaux précités, il n'existe plus que des amas irréguliers de galets ne présentant nulle part les caractères de terrasses. Il est néanmoins fort remarquable que les principaux d'entre eux se rencontrent exclusivement à des altitudes voisines de 100 m.

Les deux plus remarquables en aval d'Epinal sont ceux de Flavigny et de l'Ermitage. Au sud de Flavigny (8 kil. sud-est de Pont-Saint-Vincent) [1], les hauteurs qui bordent la rive gauche de la Moselle sont couvertes de galets roulés, principalement de quartzites du grès vosgien, auxquels s'associent d'assez nombreux galets roulés de roches cristallines bien conservées (granites, gneiss... etc.) ; les granites feuille morte font défaut. Le limon forme la majeure partie du monticule situé à l'ouest de la grande route et l'altitude réelle du point le plus élevé atteint par les cailloutis est très approximativement de 100 m.

Nancy et Flavigny (Godron. *Du passage des eaux et des alluvions anciennes de la Moselle dans les bassins de la Moselle et de la Meuse*, 1877).

1. Feuille de Nancy, carte géologique détaillée. Lambeau marqué P.

La cote 354 a été placée par erreur sur la route; elle s'applique au sommet du plateau P, comme j'ai pu m'en assurer sur les plans à 1/20.000.

La Moselle sous le grand pont de Flavigny est à 226 m.

Au-dessus de la terrasse de 54 m. de l'Ermitage dont j'ai parlé plus haut, on trouve une deuxième nappe de cailloutis qui forme le plateau entre la ferme et Saint-Remimont, plateau dont l'altitude est de 347 m. [1]. L'altitude de la nappe est par suite de 100 à 103 m. au-dessus de la Moselle. Indépendamment des quartzites qui prédominent on y rencontre d'assez nombreux galets roulés de micro-granulite et de granite, non altérés. Je n'y ai pas vu de granites feuille morte.

On doit considérer comme appartenant au même niveau les argiles avec galets quartzeux qui couronnent les hauteurs de la rive droite de la Moselle au-dessus de Châtel, entre ce village, Moriville et Zincourt et s'élèvent jusqu'à l'altitude de 103 m. au-dessus de la rivière [2].

On peut également y rattacher les cailloutis exclusivement quartzeux qui couronnent le plateau entre Lay-Saint-Remy et Pagny-sur-Meuse [3]. Les galets, qui ont souvent 0 m. 10 de grand axe, parfois le double, s'étendent au sud sur la pente nord du bois de Pagny et disparaissent brusquement à peu près à la cote 300. Plus haut on ne trouve plus que de petits galets très disséminés et qui correspondent sans doute à des nappes plus anciennes. Le creusement effectué par la Moselle depuis le transport des cailloutis de Pagny peut par suite être évalué à une centaine de mètres [4].

En amont d'Epinal et jusqu'à Eloyes on ne trouve plus actuellement près de la Moselle aucun dépôt que l'on puisse considérer comme ayant appartenu à la nappe de 100 m. Mais en 1877 on voyait encore près du sommet du fort d'Arches, sur la pente est, une petite terrasse de 3 à 4 m. d'épaisseur formée de couches alternantes horizontales de sables fins, de graviers et de galets remarquablement roulés ; quelques blocs de 1/2 m. c. à 1/3 m. c. arrondis ou même roulés de granulite, de gneiss granulitique et de granitite à amphibole, étaient dispersés à la surface, ou même enchâssés dans les alluvions ; des blocs plus volumineux encore

1. Dépôt marqué P sur la feuille de Lunéville de la carte géologique détaillée.

2. HOGARD. *Recherches sur les formations erratiques*, p. 65 et seq.

3. La cote du plateau au nord de la grande route, d'après le plan à 1/20.000, est de 288 m. et non de 299, comme l'indique la carte d'Etat-Major.

4. La suite de cette note démontrera que les pentes de la Moselle n'ont pas sensiblement varié pendant tout le Pleistocène, au moins en aval d'Epinal.

de grès vosgien détachés des pentes encaissantes leur étaient associés. J'y ai noté plusieurs granites feuille morte roulés dont un de 0 m. 20 de grand axe. Ce dépôt a été entièrement exploité ; son altitude que j'ai eu heureusement l'idée de déterminer à cette époque était de 446 m., soit 90 m. au-dessus de la Moselle [1].

On peut aussi avec une grande probabilité considérer comme appartenant à un ancien niveau de 100 m. la nappe de cailloutis du seuil de Dounoux (S.-O. d'Epinal). Le plateau presque horizontal qui forme col entre le Coney, affluent de la Saône, et la Moselle, est couvert d'une couche de cailloutis remarquablement stratifiés, dont l'épaisseur sur quelques points doit atteindre au moins 13 à 14 m. Les galets, généralement petits (exceptionnellement 20 à 30 c.) proviennent des Vosges ; les granites abondent et sont en bon état de conservation ; je n'y ai jamais rencontré de granites feuille morte. L'altitude du seuil étant de 428 m. et la Moselle à Arches, situé à 8 kil., étant à la cote 342,75, on voit que le creusement qui s'est effectué depuis le dépôt des cailloutis de Dounoux peut être évalué avec une très grande approximation à une centaine de mètres [2] ; par suite, il est logique de les rapporter au même niveau que les précédents. L'absence des granites feuille morte semble indiquer que ces cailloutis sont le produit d'une rivière vosgienne autre que la Moselle et qu'il est impossible de préciser actuellement.

J'ajouterai que le seuil de Dounoux offre un remarquable exemple de l'effet produit par la décapitation d'un cours d'eau. Le Coney privé des eaux vosgiennes, a créé en aval du seuil un lit profond et étroit, dont les pentes se relèvent rapidement vers le col.

En résumé, entre Toul et les Vosges, il y a des traces très nettes d'une nappe de 100 m. environ ; cette nappe n'a pas jusqu'à présent fourni de galets provenant des ballons d'Alsace et de Servance, sauf près du fort d'Arches.

Niveaux supérieurs à 100 mètres.

Au-dessus du niveau de 100 m. on ne rencontre plus que des galets isolés, dispersés à la surface du sol, ou encastrés dans des fissures du substratum remplies de limons argileux provenant de la dissolution des calcaires ; leur grand axe dépasse rarement 0 m. 20.

1. Le saut du Broc se trouvant un peu en aval, l'altitude de ce dépôt est en réalité de 100 m., si l'on effectue la correction indiquée plus haut.

2. La pente de la Moselle est de 0,002.

D'après le capitaine du génie Bois qui a dirigé d'importants travaux de captation d'eau dans la forêt de Haye, des galets de quartzite et de grès couvrent les légers bombements de tous les points culminants, mais semblent concentrés au voisinage des vallées de la Meurthe et de la Moselle [1]. A 2,400 m. au nord de Chaligney (près Pont-Saint-Vincent), ils atteignent la cote 417 qui est un des points culminants de la forêt, et se trouvent par suite à 200 m. au-dessus de la Moselle, cotée 217, à Pont-Saint-Vincent [2]; ils y remplissent des poches du Bathonien; leur volume varie depuis la grosseur d'un œuf de pigeon jusqu'à celle du poing; quelques-uns dépassent ces dimensions : le plus gros était un grès siliceux de 0,28 de grand axe.

Les mêmes galets se retrouvent dans les carrières à l'ouest de Nancy à 160-170 m. au-dessus de la Meurthe ; ils abondent près de la ferme Sainte-Catherine [3]. Husson en a signalé dans le bois de Romont, près Toul, à la côte 376 [4]; enfin Buvignier les a observés dans la Meuse, il y a 50 ans, jusqu'à 200 m. au-dessus du thalweg. En dehors des galets de quartz, de quartzite et de grès siliceux qui sont de beaucoup les plus nombreux, on a trouvé quelques rares galets granitiques et même des sables granitiques (Meuse, forêt de Haye) [5].

Ces traînées de galets ne se rattachent à aucun niveau, et c'est seulement par analogie, et en se basant sur les observations faites dans la basse Moselle, que l'on peut, ainsi qu'on le verra plus loin, déterminer leur véritable signification.

B. — La Moselle en aval de Metz

Bien que je n'aie pas eu l'occasion de parcourir la vallée de la Moselle en aval de Metz, il m'a paru utile et même nécessaire de dire quelques mots des études faites par les géologues allemands dans la basse Moselle et d'en comparer les résultats à ceux obtenus dans la haute vallée.

Ces études qui ne portent, à ma connaissance du moins, que sur la partie comprise entre Metz et Schweich (en aval de Trèves), sont de valeur très inégale. Les plus anciennes datent d'une époque où

1. Je dois ces renseignements à l'obligeance de M. le capitaine Bois.
2. L'autre point culminant de la forêt est au Camp Romain, à 420 m. d'altitude, près de Ludres.
3. Bleicher. *Guide du géologue en Lorraine*, p. 197. — *Bull. Soc. belge géolog.*, XIII, 1899, p. 92, 93, 105. Voir aussi ma note de 1897, page 394.
4. Husson. *Origine de l'espèce humaine dans les environs de Toul.*, 1867. — La côte 376 est à 180 m. au-dessus de la Moselle prolongée vers Pagny.
5. Buvignier. *Statist. géolog. de la Meuse*, 1852. — Bleicher, op. cit.

les questions concernant les terrasses n'avaient pas encore éveillé l'attention ; le plus souvent, les observations de cette époque sont trop peu précises pour qu'il soit possible d'en tirer parti. Tel est le cas des feuilles et notices de la *Geologische specialkarte von Preussen und der Thüringischen staaten 1/25.000 — 1880* [1], de la *Geolog. übersichtskarte des Westlichen Deutsch-Lothringen 1/80.000 — 1886* et même de la feuille et notice de Sierck de la carte géologique d'Alsace-Lorraine à l'échelle de 1/25.000 éditée en 1889.

Les seuls travaux réellement utilisables sont ceux que Grebe a publiés à partir de 1885 et notamment les notices et cartes de Trèves, Welschbillig, Schweich et Pfalzel [2].

L'auteur y a signalé l'existence de six niveaux de terrasses ou de cailloutis qui sont les suivants :

6e niveau	15 à 20 m.
5e —	30 m. environ.
4e —	40 à 50 m.
3e —	100 m.
2e —	130 à 150 m.
1er —	200 m. environ.

D'après les cartes, des limons argileux semblent particulièrement développés sur les 2e, 3e et 4e niveaux [3].

Il est impossible de ne pas être frappé de l'extraordinaire concordance qui existe entre cette série et celle de la haute Moselle, du moins entre 15 et 100 m. Nous retrouvons dans cet intervalle le même nombre de niveaux à des altitudes presque identiques. Il n'y a discordance que pour le 4e niveau dont les limites dans la basse Moselle sont comprises entre 40 et 50 m., tandis qu'elles varient entre 50 et 60 m. dans la haute Moselle. Mais il suffit de faire le relevé sur les cartes précitées de tous les lambeaux rapportés par l'auteur à ce niveau pour constater que, dans la réalité, leurs altitudes sont pour la plupart comprises entre 45 et 56 m. On ne doit pas perdre de vue, d'ailleurs, que ces lambeaux

1. Feuilles de Perl, Beuren, et Wincheringen.

2. Erlaüterungen zur geolog. Specialkarte von Preussen.... 1/25.000. Blätt. Trier, Welschbillig, Schweich und Pfalzel 1892. — La feuille Schönberg publiée en 1898 ne renferme qu'un tout petit lambeau du cours de la Moselle et n'apporte aucune donnée nouvelle.

3. Je crois devoir faire quelques réserves sur la valeur des niveaux de 30 et de 200 m. qui ne me paraissent pas concorder tout à fait avec les indications fournies par l'examen des tracés, et qui, en tous cas, ne sont représentés que par un trop petit nombre de lambeaux pour que leur existence puisse être considérée comme certaine dans les limites des feuilles publiées.

sont situés dans une vallée très étroite, qu'ils ont été pour la plupart très dénudés et qu'en outre ils sont couverts de limons : la détermination précise de la limite supérieure des cailloutis est donc le plus souvent très difficile, sinon impossible.

En ce qui concerne l'absence dans la haute Moselle des 1er et 2e niveaux (200 m. et 130-150 m.) nous verrons dans le chapitre V que l'extension vers l'amont des nappes alluviales *régulières* formées sous l'influence des variations du niveau de base, dépend de l'extension dans cette direction du profil d'équilibre. Si, à l'époque où les nappes correspondant aux deux premiers niveaux se formaient à Trèves, le profil d'équilibre ne remontait pas en amont de cette ville, les alluvions que la Moselle déposait au même moment dans la région de Toul ne pouvaient avoir aucun lien avec elles ; les débris de ces alluvions que nous rencontrons à Toul jusqu'à 200 m. au-dessus du thalweg, représenteraient simplement, dans ce cas, le travail de régularisation du cours de la rivière.

Mais il me paraît très vraisemblable qu'il n'en a pas été tout à fait ainsi, et que déjà à l'époque du niveau de 200 m. la Moselle devait avoir à peu près conquis son profil d'équilibre jusqu'au pied des Vosges, c'est-à-dire jusqu'au voisinage d'Eloyes.

En effet, on remarquera tout d'abord que le parallélisme des terrasses des divers niveaux entre 20 m. et 100 m. jusqu'en amont d'Epinal, prouve qu'à l'époque du niveau de 100 m., la zone du profil d'équilibre s'étendait au moins jusqu'à Arches, et que les pentes de ce profil y étaient déjà réduites au minimum compatible avec les conditions topographiques et hydrographiques, puisqu'elles n'ont subi que des changements peu considérables depuis cette époque sur une étendue de plus de 500 kil. à partir du niveau de base. Cette *précocité* de l'évolution de la Moselle ne surprendra pas, si l'on réfléchit qu'elle est simplement la conséquence de la très faible inclinaison du bassin, à partir des Vosges : la pente générale, en effet, atteint à peine 0,0008, et est par suite inférieure de plus de moitié à la pente actuelle de la rivière à Charmes.

Mais, s'il en était déjà ainsi à l'époque du niveau de 100 m., il est bien difficile de ne pas admettre que le profil d'équilibre était également réalisé antérieurement quoique peut-être avec des pentes un peu plus fortes. Le contraire serait d'autant plus surprenant que, pour conquérir son profil d'équilibre jusqu'à Trèves, à l'époque des deux niveaux les plus anciens, la Moselle a dû creuser son lit dans les roches très dures du Dévonien, tandis qu'au même moment, en amont de Sierck, elle n'avait qu'à affouiller et à dénuder les couches en général peu consistantes du Trias et du Lias.

L'hypothèse de l'extension des deux plus anciens niveaux jusqu'aux environs d'Epinal, et peut-être même plus en amont jusqu'au pied des Vosges, se présente donc comme très vraisemblable, et on peut en conclure que les cailloutis de Toul et du plateau de Haye représentent les débris de ces deux anciennes nappes. Leur destruction plus ou moins complète dans la haute Moselle, leur conservation dans la basse, seraient en connexion avec la nature des terrains traversés par la rivière et ses affluents.

Résumé. — En résumé, on trouve dans la Moselle, en dehors des Vosges, six niveaux de cailloutis qui sont les suivants :

1er niveau	200 m. environ (basse Moselle).	
2e —	130 à 150 m. id.	
3e —	100 m. (haute et basse Moselle).	
4e —	45 à 56 m. (basse Moselle), 50 à 60 m. (haute Moselle).	
5e —	30 m. (haute et basse Moselle).	
6e —	15-20 m. (basse Moselle), 20 m. (haute Moselle).	

L'altitude relative du 4e niveau dans la haute Moselle, paraît être un peu plus forte que dans la basse Moselle.

Les 4e, 5e et 6e niveaux sont plus ou moins emboîtés ; les cailloutis des 2e, 3e et 4e sont fréquemment recouverts par des limons argileux (lehm) ; il n'y a pas de vrai lœss [1].

Dans l'intérieur du massif vosgien, il n'y a pas de traces nettes de terrasses régulières, et il est *actuellement* impossible de rattacher les lambeaux de cailloutis qu'on y observe aux niveaux extra-vosgiens.

Je montrerai dans le chapitre IV que la comparaison de ces données avec celles fournies par l'étude des autres bassins, conduit à admettre, à partir du niveau le plus élevé, une série de périodes d'érosion, séparées par des périodes de remblai, le plus ancien remblai datant du Pliocène supérieur.

Au début, la haute Moselle et ses affluents ont coulé, en dehors des Vosges, et *à fortiori dans l'intérieur du massif*, à un niveau de 200 m. au moins plus élevé qu'aujourd'hui. En même temps, les cours d'eau ont subi de grands déplacements horizontaux, comme le prouve ce fait que la haute Moselle actuelle n'est bordée sur une partie de son cours que par des hauteurs à peine supérieures à 100 m. couvertes de cailloutis de ce niveau.

C'est pendant cette première période que se sont produits les changements de cours les plus importants, les uns dans l'intérieur

1. Lepsius. *Geolog. von Deutschland*, I, p. 228.

des Vosges (passage de la Moselle par la dépression d'Ecromagny, puis par Bellefontaine) [1], les autres en dehors de l'Ile vosgienne.

Je ne dirai rien des premiers dont l'âge reste très problématique pour les raisons indiquées plus haut. Parmi les derniers, je citerai le passage des eaux vosgiennes par Dounoux à l'époque probablement du niveau de 100 m., et à la même époque leur passage par le col de Foug. L'écoulement vers la Meuse a même dû commencer beaucoup plus tôt, peut-être déjà à l'époque du niveau de 200 m.; en tous cas, il a cessé avant la formation de la nappe de 50-60 m. dont les matériaux ont été incontestablement charriés par la Moselle.

On conçoit que pendant ces divagations du cours d'eau, de vastes ablations horizontales aient eu lieu *dans l'intérieur du bassin*, facilitées par la faible résistance des roches du plateau lorrain. Ce sont ces érosions qui ont fait disparaître sur le plateau de Haye les assises jurassiques depuis le Bajocien jusqu'au Rauracien, et y ont apporté les galets vosgiens que l'on y rencontre [2]. Leur transport s'explique naturellement par l'approfondissement progressif du lit, et il n'est nullement nécessaire de recourir à l'hypothèse d'un plan incliné partant du sommet des Vosges.

C'est probablement à l'époque du niveau de 30 m. que s'est formé, à la suite de mouvements orogéniques et dans des conditions encore très obscures, le grand lac qui a occupé la vallée de la haute Moselle, en amont d'Eloyes [3]. Cette période lacustre a du être relativement courte puisque déjà à l'époque de la nappe de 20 m. la Moselle avait coupé le comblement du bassin entre Remiremont et Noir-Gueux, et que ses alluvions traversant la digue contribuaient à l'édification de cette nappe.

Comme dernière conclusion j'ajouterai que les faits observés conduisent à abandonner définitivement le diluvium à galets quartzeux de Hogard [4]. Les éléments granitiques paraissent avoir existé dans toute la série des terrasses de la Moselle et lorsqu'ils font localement défaut, on est en droit d'attribuer leur absence soit à l'altération des granites, soit à l'insuffisance des coupes.

1. de LAMOTHE. *Op. cit.*, 1897, p. 437 et planche.
2. Voir à ce sujet BLEICHER. *Guide du géologue en Lorraine*, p. 87 et seq. — *Bull. de la Soc. belge de géologie*, XIII, 1899, p. 182 et seq.
3. de LAMOTHE. *Op. cit*, 1897, p. 398-412 et carte.
4. de LAMOTHE. *Op. cit.*, 1897, p. 392-398 et 417.

II. — Vallée du Rhin près de Bâle

Dans la vallée du Rhin, les seuls travaux utilisables *actuellement*, en raison de leur précision, sont, à ma connaissance du moins, ceux que les géologues suisses ont consacrés aux régions en amont de Bâle. Toutefois, il y a lieu de remarquer qu'en amont de Rheinfelden le Rhin n'a pas réalisé ou retrouvé son profil d'équilibre et qu'en outre la présence des glaciers et des limons rend, en général, très difficile la détermination rigoureuse des niveaux. D'autre part, en aval de Bâle, la plupart des terrasses plongent d'une façon anormale vers la plaine d'Alsace, et ne tardent pas à disparaître, ce qui semble indiquer que la plaine du Rhin a éprouvé des mouvements propres et a été le théâtre de phénomènes qui ont interrompu la continuité des terrasses et modifié leurs relations.

Dans ces conditions on est amené à limiter les recherches aux environs immédiats de Bâle, où heureusement les terrasses et niveaux de cailloutis sont remarquablement développés et forment une série qui paraît complète.

Du Pasquier [1], dans les mémoires où il a étudié les formations fluvio-glaciaires du nord de la Suisse, n'avait signalé que trois niveaux qu'il considérait comme étant en connexion chacun avec une glaciation : une basse terrasse de 28 m. à Bâle, de 35 m. vers Turgi, en relation avec les moraines de la dernière extension (moraines internes) ; une haute terrasse de 90-100 m. en relation avec les moraines du maximum d'extension (moraines externes) ; enfin, un niveau à éléments fréquemment altérés (lœcherige nagelfluh, Deckenschotter) de 180-200 m., représentant les produits d'une glaciation plus ancienne.

M. Gutzwiller [2] qui s'est plus particulièrement occupé des environs de Bâle, y a reconnu cinq niveaux qu'il a étudiés et définis dans un travail remarquable par sa clarté et sa précision et qui devrait servir de modèle aux géologues trop nombreux qui n'étudient les terrains de transport qu'au point de vue des formes extérieures et sans tenir aucun compte de leur composition.

Je vais exposer rapidement les conclusions auxquelles conduit l'examen des travaux de ces deux géologues, et je chercherai à déterminer d'une façon plus précise encore, s'il est possible, le

1. du Pasquier. *Die fluvioglacialen ablagerungen der Nord Schweiz*, 1891. — Id. Les alluvions glaciaires de la Suisse (*Archives des sc. phys. et nat. de Genève*, 1891).

2. Gutzwiller. *Die diluvialbildungen der Umgebung von Basel*, 1895. — Consulter aussi : du Pasquier, Penck et Brückner. *Le système glaciaire des Alpes*, 1894.

nombre et les altitudes relatives des différents niveaux de cailloutis des environs de Bâle.

A. — *Basse terrasse.*

A Bâle, d'après le tableau de du Pasquier [1], la basse terrasse de la rive gauche est à 28 m. au-dessus du Rhin ; mais, en réalité, ce nombre doit être porté à 31 m., le niveau moyen du Rhin étant de 249 et non de 252 m. [2]. Cette altitude relative semble se maintenir à peu près constante jusqu'à Koblenz, c'est-à-dire que pendant 62 kil., la terrasse *reste sensiblement parallèle* au Rhin (31 m. à Säckingen, 30 m. à Koblenz).

M. Gutzwiller a, il est vrai, indiqué pour la terrasse de Bâle un nombre plus fort, 36 m. au lieu de 31 m. La différence provient de ce qu'il n'a pas cherché à éliminer l'influence des cônes de déjection de la Birse et de la Birsig, dont du Pasquier a tenu compte [3]. Le nombre donné par du Pasquier, rectifié comme il vient d'être dit, doit donc être préféré à celui de M. Gutzwiller, du moins pour une étude comparative.

En amont de Bâle, la basse terrasse est formée, par places, de deux gradins ; il y a un niveau bien caractérisé de 15 à 20 m. à Rheinfelden et à Schweizerhalle au nord-est de Muttenz [4].

En aval de Bâle, les divers gradins de la basse terrasse s'abaissent rapidement et disparaissent successivement ; il n'y en a plus de traces à Breisach.

B. — *Haute terrasse.*

D'après M. Gutzwiller [5] les collines au sud et au sud-ouest de Bâle sont couvertes de puissantes nappes de cailloutis qui forment au-dessus de la basse terrasse quatre gradins distincts. Les deux plus élevés devant être considérés comme du *Deckenschotter*, je ne m'occuperai dans ce paragraphe que des deux autres.

a. *Gradin supérieur.* — Le plus élevé de ces deux gradins correspond à la haute terrasse de du Pasquier. Il n'existe pas en aval de Bâle ; mais près de cette ville on l'observe au Bruderholz et au Rütihard où il s'élève à 350 m. (99-101 m. au-dessus du Rhin). En amont l'extension de ce gradin a été déterminée par du Pasquier qui l'a signalé en particulier à Pratteln (98 m.), à Gibenach, entre Wallbach et Möhlin, entre Koblenz et Rietheim (93 m.), à Zweidlen, dans le Klettgau et dans le Rafz [6].

1. du Pasquier. *Die fluvioglac.*, *p.* 12.
2. Gutzwiller. *Op. cit.*, p. 58.
3. du Pasquier. *Op. cit.*, p. 14.
4. Observation personnelle.
5. Gutzwiller. *Op. cit.*, p. 558 et seq., p. 675.
6. du Pasquier. *Die fluviogl.*, p. 35-45-46. *Les all. glac.*, p. 58.

b. *Gradin inférieur.* — Le gradin inférieur se montre sur la rive gauche du Rhin près de Bâle au pied de la pente nord du Bruderholz, à Gundeldingen et à St. Margarethen; on le suit jusqu'à Allschwyl; un peu au nord il s'abaisse rapidement et disparaît sous la basse terrasse en aval de Sierenz [1].

Sur la rive droite, on le retrouve à Wyhlen [2] et à Ötlingen; il paraît faire défaut plus au nord.

En amont de Bâle, on n'a pas encore signalé son existence, à ma connaissance du moins; je ne serais pas surpris qu'une étude de détail et des coupes favorables permissent un jour d'en retrouver les traces.

Il est fort remarquable que l'altitude relative des différents lambeaux de ce gradin soit sensiblement la même, bien qu'ils soient séparés par la large vallée du Rhin et par des distances qui, sur la rive droite, s'élèvent à 9 kil. En effet l'altitude absolue est de 311 m. à Wyhlen, de 304 à Allschwyl, de 300 m. à Ötlingen. A St. Margarethen, les cailloutis de ce niveau ne m'ont pas paru dépasser 309 m., nombre qui est même probablement un peu fort. Il en résulte que, si l'on prend les altitudes par rapport au Rhin, on trouve qu'elles sont toutes comprises entre 56 et 60 m. [3].

M. Gutzwiller considère ce gradin et le précédent comme appartenant tous deux à la haute terrasse, bien qu'actuellement le pied du gradin de 100 m. soit séparé de la surface supérieure du gradin de 56 m. par des affleurements tertiaires.

c. *Deckenschotter.*

Le Deckenschotter des environs de Bâle appartient, d'après M. Gutzwiller, à deux niveaux :

Le plus récent (jüngerer Deckenschotter) comprend les cailloutis de Rheinfelden, Mönchenstein, Wenzweiler, Schönenbuch [4].

D'après les données de l'auteur et celles de du Pasquier, on peut admettre que l'altitude relative de la partie supérieure de ces lambeaux est comprise entre 130 et 150 m. [5].

1. Gutzwiller. *Op. cit.*, p. 558.
2. Gutzwiller. *Op. cit.*, p. 562-631.
3. Rhin vis-à-vis Wyhlen 254, à Bâle 249, à Allschwyl, en le supposant prolongé dans cette direction : 247 m., vis à vis d'Ötlingen 244 m.; altitudes relatives correspondantes : 57, 60, 57, 56.
4 Les deux gradins les plus élevés dont il a été fait mention précédemment à propos de la haute terrasse appartiennent à ce niveau.
5. Gutzwiller, *Op. cit.*, p. 587 et 591. -- du Pasquier, *die fluvioglac.*, p. 74.
A Rheinfelden les cailloutis du Büche s'élèvent à 398 m.; au sud de Känzeli (auf dem Berg), j'ai constaté la présence de très nombreux petits galets quartzeux de ce niveau jusqu'à la cote 407 (entre les cotes 403 et 418); au-dessus il n'y a plus que du lehm. L'altitude relative des cailloutis de Rheinfelden serait par suite comprise entre 135 et 144, le Rhin étant à 263.
A Mönchenstein les cailloutis s'élèvent à environ 400 d'après M. Gutzwiller;

Le plus ancien (oberelsässischer Deckenschotter) comprendrait les cailloutis les plus élevés du Sundgau, notamment ceux d'Oberhagenthal (alt. 520 m. soit 270 m. au-dessus du Rhin prolongé).

M. Gutzwiller considère ces derniers comme contemporains des cailloutis de l'est de la Suisse et comme un produit fluvio-glaciaire de glaciers qui occupaient l'ouest de la Suisse et s'avançaient jusqu'au voisinage de Bâle. Les cailloutis de Rheinfelden sont le produit d'une glaciation plus récente, antérieure toutefois à celle de la haute terrasse.

Si j'ai bien compris les idées de M. Gutzwiller, il semble que la succession des phénomènes qui se sont accomplis dans la vallée du Rhin près de Bâle, à partir de la formation du plus ancien Deckenschotter ait été, dans ses grandes lignes, la suivante :

Pendant une première glaciation, les glaciers de l'ouest de la Suisse ont accumulé les cailloutis les plus élevés du Sundgau ; le Rhin s'écoulait alors vers le bassin de la Saône et, comme nous le verrons plus loin, son altitude devait être de 200-230 m. environ plus élevée qu'aujourd'hui [1].

La retraite des glaciers a déterminé un creusement général qui a dû atteindre une centaine de mètres ; en même temps, un affaissement de la région entre la Forêt-Noire et les Vosges obligeait le Rhin à abandonner la direction du sud-ouest et à se diriger vers le nord.

Une nouvelle glaciation a amené la formation du 2e niveau du Deckenschotter ; elle a été suivie de la retraite des glaces et d'un creusement qui a amené les vallées à une profondeur très voisine de celle qu'elles ont actuellement.

Puis ont eu lieu successivement la grande glaciation de la haute terrasse (3e glaciation) qui a déterminé un remblai de 100 m., la retraite des glaces et le creusement des vallées jusqu'au niveau actuel, une nouvelle invasion des glaciers (4e glaciation) avec remblai de 30 m. (basse terrasse), enfin leur retraite définitive.

On voit que, contrairement à ce qui s'est passé dans l'Isser, il y aurait eu après les cailloutis de 130-150 m. creusement presque

je les ai suivis dans les vignes près de Grut jusqu'à 393. L'altitude relative est donc de 139-146 m. par rapport au Rhin coté 254.

1. Je crois devoir faire ici quelques réserves sur cette théorie en ce qui concerne la vallée du Doubs. J'ai pu récemment constater l'identité des cailloutis des forêts de Chaux et d'Arne, y compris ceux d'Azans, avec ceux du Sundgau : j'ai notamment retrouvé sur ces divers points les silex à Radiolaires et les quartzites gris verdâtres caractéristiques des dépôts du Sundgau ; l'origine rhénane de ces cailloutis n'est donc pas douteuse. Mais je crois leur âge beaucoup plus récent et les circonstances de leur formation un peu différentes. Je traiterai cette question dans une note spéciale.

total de la vallée, remblai de 100 m., déblai, formation du remblai de 30 m. et enfin établissement du régime actuel ; la basse terrasse se trouverait par suite presque complètement emboîtée dans la haute, totalement même d'après du Pasquier, tandis que dans l'Isser elle n'est emboîtée que dans la moyenne terrasse.

Je démontrerai dans le chapitre IV qu'il est impossible d'admettre dans son intégrité cette succession de phénomènes, et que notamment le creusement après le niveau de 130-150 m. n'est pas descendu au-dessous de 60 m., qu'il y a une moyenne terrasse indépendante de la haute et enfin que la basse terrasse n'est emboîtée que dans la moyenne.

En résumé, les terrasses et niveaux de cailloutis des *environs immédiats* de Bâle forment une série très nette qui est la suivante :

Traces d'une terrasse de 15 à 20 m. (emboîtée dans celle de 31 m.).
Terrasse de 31 m. (basse terrasse).
Terrasse de 56 à 60 m. (gradin inférieur de la haute terrasse de M. Gutzwiller).
Terrasse de 99 à 101 m. (haute terrasse).
Terrasse et cailloutis de 130 à 150 m.

Enfin, au-dessus de ce dernier niveau, on trouve dans le Sundgau des débris d'anciennes alluvions dont l'altitude actuelle au-dessus du Rhin s'élève à environ 270 m. Mais cette altitude est certainement supérieure au creusement réellement effectué depuis cette époque. Pour s'en rendre compte, il suffit de remarquer que leurs divers lambeaux semblent avoir fait partie d'une nappe ou plutôt d'un cône de déjection qui s'abaisse rapidement vers le nord et le N.-O. (490 m. à Bettlach, 460 à Volkensberg) [1]. La comparaison des pentes Irchel-Oberhagenthal d'une part, Rheinsberg-Mönchenstein-Schönenbuch d'autre part, conduirait à une conclusion analogue. On peut donc, je crois, considérer comme assez probable que le niveau du Rhin contemporain de la formation de ces cailloutis ne devait pas s'élever à beaucoup plus de 200-230 m. au-dessus du niveau actuel.

III. — Vallée du Rhône près de Valence

M. Depéret qui a fait pour le Service de la carte géologique détaillée (feuille de Valence) une étude minutieuse et approfondie des anciennes terrasses du Rhône et de l'Isère [2] les a classées ainsi qu'il suit, en commençant par les plus récentes :

1. Gutzwiller. *Op. cit.*, p. 578 et 580.
2. Voir aussi *Bulletin des services de la carte*, tome VIII, p. 115 et tome VI, p. 82.

Pleistocène.	6. Basse terrasse, dite de Valence. 15 à 20 m.		
	5. Moyenne terrasse, dite de Romans. 40 à 50 m. au-dessus de l'Isère et du Rhône.		
	4. Haute terrasse, dite du Séminaire de Valence, de 20 à 30 m. plus élevée que les précédentes.		
Pliocène.	3. Niveau de cailloutis de 90 m.		
	2.	Id.	130 à 150 m.
	1.	Id.	200 et au-delà.

L'examen sur le terrain de ces divers niveaux, m'a conduit à apporter à cette série quelques modifications de détail que je vais indiquer brièvement.

1° La basse terrasse de Valence est à 21 m. au-dessus du Rhône [1]. Ce relief ne varie pas sensiblement entre Valence et Tain ; car le plateau de St-Georges présente à peu près la même altitude relative. La pente de la basse terrasse est donc, dans cette région, très voisine de celle du Rhône qui est de 0,00057.

La terrasse de Romans est à 168 m. d'altitude absolue, soit 32 m. au-dessus de l'Isère [2] ; sa surface se relève rapidement vers le nord par suite de la présence d'une série de cônes de déjection formés par les torrents de la rive droite. Si l'on suit la terrasse sur la rive gauche, où les torrents n'ont joué qu'un rôle négligeable on voit son altitude relative diminuer progressivement ; elle n'est plus que de 25 m. à Pont de l'Isère [3], ce qui correspond à une pente de 0,0021. Un peu au sud du château d'Armoillet, la terrasse cesse brusquement à la cote 130 environ ; toute sa partie aval a été emportée par la dénudation ; il est évident qu'en raison de sa pente, elle devait à peu de distance atteindre le niveau de la terrasse de Valence. On remarquera, en outre, qu'à hauteur d'Armoillet, la terrasse est dominée vers l'est par un plateau qui fait partie de la nappe d'Alixan dont je parlerai dans un moment : la terrasse de Romans occupe donc ici la même position que celle de Valence par rapport à la terrasse du Séminaire. Sur la rive droite la terrasse de Romans se termine brusquement au-dessus du Rhône par une falaise de 15 m. que l'on peut suivre depuis Tain jusqu'à Pont de l'Isère.

1. Repère de la statue de Championnet 123 m. 273. Rhône à l'étiage 102 m. 63. Repère de la cathédrale, 126,83. — Repère de la gare, 124,19. — Repère du polygone, 126,17. On ne doit pas perdre de vue qu'une partie du tertre de la vieille ville doit sa surélévation d'ailleurs très faible à l'action de l'homme.

2. C'est la cote du plateau à l'est de la gare. Repère de la gare 167 m. 50. L'Isère est à 136 m. sous le pont de Romans.

3. Cote du confluent de l'Isère : 106,5. Pente entre le confluent et Romans, 0,0013.

Ces faits et l'examen du terrain ne laissent aucun doute sur l'identité de formation et d'âge des deux terrasses de Valence et de Romans : elles représentent toutes deux les débris d'une nappe alluviale qui a remblayé au même moment le fond de l'Isère et du Rhône. Lorsque la période de creusement est arrivée, le Rhône dont le profil d'équilibre était à peu près atteint s'est abaissé de quantités égales entre Tain et Valence, tandis que l'Isère s'est encaissée de quantités croissantes de l'aval vers l'amont. La formation de la falaise de Tain-Pont de l'Isère est un phénomène normal, qui se produit toutes les fois que le cours d'eau principal vient creuser, en se déplaçant, les cônes de déjection de ses affluents (fig. 17).

2° Au-dessus de la terrasse de Valence (fig. 9) on trouve la terrasse du Séminaire dont le bord est à 45-46 m. au-dessus du

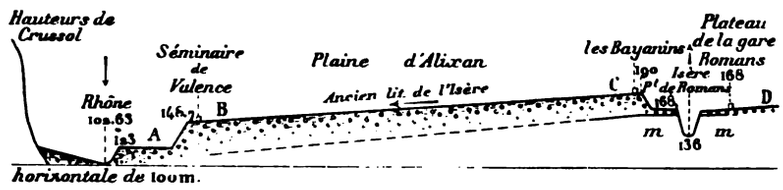


Fig. 9. — Coupe entre Valence et Romans.
Echelle approximative des longueurs : 1 millim. pour 173 mètres.

A, Terrasse de Valence ; B, Terrasse du Séminaire ; C, Terrasse des Bayanins ; D, Terrasse de Romans ; *m*, Mollasse marine.

Rhône [1]. C'est l'extrémité d'un ancien lit de l'Isère qui forme la plaine d'Alixan en remontant vers le nord avec une pente de 0,0025. Il se termine au-dessus de l'Isère, près de Romans, par une falaise qui, aux Bayanins, domine cette rivière de 53 m. La terrasse des Bayanins est l'équivalent dans l'Isère de la terrasse du Séminaire.

3° Sur le massif mollassique qui s'étend entre Chateauneuf d'Isère et Saint-Marcel, on trouve deux autres nappes : la 1re, (p^{1c} de la carte) remarquablement conservée, forme le vaste plateau de Foullouse, à 194 d'altitude, soit 88 m. au-dessus du Rhône ; la 2e (p^{1b}), très morcelée, atteint au Télégraphe la cote 247, soit 138 m. au-dessus du Rhône.

4° Enfin, j'ai constaté l'existence à Glun et au pied du plateau qui s'étend entre les Aiguilles et les Robins (rive gauche de l'Isère) d'une terrasse basse de 7 à 8 m.

1. Repère du Séminaire sur la route de Chabeuil, 146 m. 717. La nappe de cailloutis s'élève à 2 m. plus haut.

En résumé les environs immédiats de Valence offrent une succession de terrasses d'une remarquable netteté, comparables à ce point de vue à la série de Bâle ou à celle de l'Isser, et dont les altitudes par suite de circonstances particulières peuvent être déterminées avec une rigoureuse exactitude. La série de ces terrasses est donnée par le tableau ci-dessous : j'ai placé en regard celle de la carte, pour montrer que le désaccord ne porte en réalité que sur l'individualité des terrasses de Romans et de Valence.

Série donnée par la Carte géol. détaillée pour l'ensemble de la feuille de Valence	Série résultant des considérations qui précèdent dans les environs immédiats de Valence	Observations
»	Terrasse de 7 à 8 m. à Glun, au pied des Robins.	
Basse terrasse ou terrasse de Valence 15-25 m.		Les deux terrasses basses sont emboîtées.
Moyenne terrasse ou terrasse de Romans, de 40 à 50 m. au-dessus du Rhône et de l'Isère.	Basse terrasse de Valence de 21 m. au-dessus du Rhône, ayant pour équivalent dans l'Isère la terrasse de Romans (32 m. au-dessus de l'Isère à Romans).	
Haute terrasse ou terrasse du Séminaire de 20 ou 30 m. plus élevée que les précédentes.	Terrasse du Séminaire de Valence (45-46 m. au-dessus du Rhône), ayant pour équivalent à Romans, la terrasse des Bayanins (53 m. au-dessus de l'Isère).	On verra dans le Chap. IV que cette terrasse est en réalité une moyenne terrasse.
Niveau de cailloutis de 90 m.	Cailloutis du plateau de Foullouse à 88 m.	Ce niveau correspond comme on le verra à la h^e terrasse du Rhin et de l'Isser.
Niveau de cailloutis de 130-150.	Niveau de cailloutis de 138 m.	
Niveau de cailloutis de 200 m. et au-delà.	»	Ce niveau n'est pas représenté dans les environs immédiats de Valence.

Chapitre IV. — Comparaison des résultats et conclusions

En relevant par vallée et en disposant dans des colonnes parallèles toutes les terrasses signalées dans les chapitres I et III, on obtient le tableau suivant :

N^os des NIVEAUX	VALLÉE DE L'ISSER		VALLÉE DE LA MOSELLE		VALLÉE DU RHIN A BALE	VALLÉE DU RHÔNE A VALENCE		OBSERVATIONS
	Plages	Terrasses	En amont de Metz	Près de Trèves		Série observée	Série corrigée de 10 m.	
1er niveau	200-205	200-205	Traces de cailloutis jusqu'à 200 m. au dessus du thalweg actuel.	200 m. environ [2]	220-230 [4]	200 et au-delà	200 et au-delà	[1] En tenant compte du déplacement horizontal du niveau de la base (chap. I). [2] Altitude très douteuse, voir chapitre III. [3] Limites rectifiées conformément aux indications du chapitre III ; celles de Grebe étaient de 40-50. [4] Limites incertaines, plutôt un peu faibles.
2me niveau	135-145	130-150		130-150	130-150	138	148	
3me niveau	98-100	98-100 [1]	Débris d'une nappe de 100 m.	100	100	88	98	
4me niveau	55	55-57	54-60	45-56 [3]	56-60	45-46	55-56	
5me niveau	30	28-30	30	30 [2]	31	21	31	
6me niveau	15-17	15-16	20	15-20	15-20	7-8	17-18	

L'examen de ce tableau donne lieu à diverses observations et conduit à des conclusions que je vais développer.

1° Le premier fait qui se dégage de l'examen d'ensemble de ce tableau, c'est l'existence dans chacune des quatre vallées considérées, de *six niveaux de cailloutis*, compris à très peu près entre les mêmes limites d'altitude par rapport au fond des vallées actuelles.

On remarque en outre qu'il y a partout deux niveaux au-dessus de 100 m. et quatre entre 0 et 100 m.

Ces analogies sont d'autant plus frappantes que trois des vallées appartiennent à des bassins indépendants, tributaires soit de l'Océan, soit de la Méditerranée, et que l'une d'elles est séparée des autres par la large dépression méditerranéenne.

2° Si nous procédons à l'examen de détail, nous voyons que dans les trois bassins de l'Isser, de la Moselle et du Rhin, il y a une concordance presque parfaite des altitudes des cinq niveaux les plus récents, surtout si l'on prend comme série type celle des plages de l'Isser ou celle des terrasses dans laquelle on a effectué pour le 3e niveau la correction de 5 m. correspondant au déplacement horizontal du niveau de base. La concordance est particulièrement frappante pour les niveaux de 100, 30 et 15-20 m.

Pour le niveau de 50-60 m. les altitudes minima de tous les lambeaux bien conservés sont comprises en général entre 54 et 59 m. Elles tendent peut-être dans la haute Moselle à dépasser légèrement 60 mètres, ce qui est conforme aux lois que j'exposerai dans le chapitre V ; dans la basse Moselle les nombres trouvés sont un peu plus faibles : fait qui s'explique naturellement par cette circonstance que les cailloutis observés se trouvent sur les flancs d'une vallée étroite et profonde où ils ont été très dénudés, tandis que dans la haute Moselle, ils couronnent des plateaux élevés, où ils ont été protégés contre les dénudations par le substratum rocheux (Archettes, Tannières, etc.).

Le 2e niveau (130-150 m.) est le seul dont l'existence pourrait faire naître quelques doutes en raison de l'écart de 20 m. qui existe entre les limites qui le définissent. Mais on ne doit pas perdre de vue que ce niveau par suite de son ancienneté n'est représenté que par des lambeaux très dénudés. Il n'en est donc que plus remarquable que malgré cette cause d'erreur, les différents géologues qui ont étudié les vallées précitées soient arrivés à renfermer tous ces lambeaux dans des limites identiques, et en définitive assez resserrées, aussi bien dans l'Isser que dans le Rhône, la Moselle ou le Rhin. D'après les données recueillies dans l'Isser l'altitude réelle de ce niveau a dû être très voisine de 140-145 m.

En ce qui concerne le 1er niveau, les écarts constatés doivent nécessairement être encore plus grands que pour le 2e niveau, soit en raison de sa dénudation plus avancée, soit parce que le profil d'équilibre n'était pas encore réalisé ou l'était avec des pentes notablement plus fortes qu'aujourd'hui. On remarquera néanmoins que dans presque toutes les vallées ce niveau semble voisin de 200 m.

La seule anomalie sérieuse est celle que présente la série du Rhône, et elle peut paraître d'autant plus grave qu'elle porte sur tous les niveaux. Mais il est facile de montrer qu'elle est seulement apparente.

En comparant, en effet, les cinq niveaux les plus récents du Rhône avec ceux de la série de l'Isser, on voit que l'écart des nombres qui les définissent est constant et uniformément égal à 10 m. environ.

Si donc l'on augmente de 10 m. chacun de ces nombres on obtient la série suivante : 17-18 m., 31 m., 55-56 m., 98 m., 148 m., qui concorde d'une façon aussi parfaite qu'on peut le souhaiter avec celle de l'Isser.

Cet écart constant entre les deux séries est la conséquence de l'état actuel du profil longitudinal du Rhône à Valence, comme le montre la figure 10, établie à l'aide des documents que le service des Ponts et Chaussées a bien voulu me communiquer.

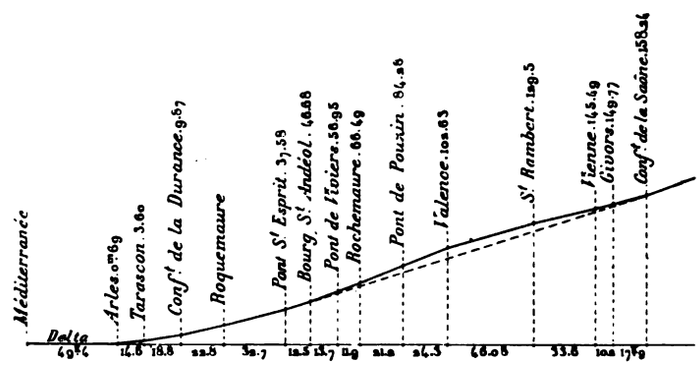


Fig. 10. — Profil longitudinal du Rhône entre la mer et Lyon (Etiage). — Echelle : des hauteurs 1 millim. pour 8 mètres ; des longueurs 1 millim. pour 2 kilomètres.

On voit sur cette figure que le lit du fleuve, malgré la faiblesse de ses pentes, présente encore entre Pont-Saint-Esprit et Lyon un bombement sensible dont l'effet doit être nécessairement de diminuer toutes les altitudes relatives des anciennes terrasses. A Valence, la valeur de cette diminution peut avec une très grande probabilité être évaluée à une dizaine de mètres.

Si le Rhône régularisait son lit et établissait la continuité des pentes entre la mer et le confluent de l'Ain, ce bombement disparaîtrait, le lit suivrait à peu près le tracé marqué en pointillé et

les altitudes relatives de toutes les terrasses des environs immédiats de Valence se trouveraient augmentées de 10 m.

Cet état actuel du lit provient-il de ce que le Rhône n'a pas encore atteint son profil d'équilibre, ou bien est-il dû à ce que ce profil, après avoir été atteint, a été ultérieurement modifié par les cônes de déjection des rivières torrentielles, telles que la Drôme et l'Isère ? La deuxième hypothèse me paraît de beaucoup la plus vraisemblable, mais je ne puis actuellement trancher cette question faute de documents.

En résumé, en effectuant dans la série du Rhône une même correction, justifiée par l'état du profil du fleuve, on la rend entièrement comparable aux trois autres, et l'on peut dès lors considérer la série des terrasses des quatre vallées étudiées comme rigoureusement concordante.

3° La répartition des limons offre également des analogies remarquables. Dans le Rhin et l'Isser, des limons d'un caractère particulier, nettement différents des limons actuels, enveloppent la zone comprise entre les niveaux de 100 et de 30 m. ; ils font défaut sur ce dernier ; dans la Moselle des limons argileux couvrent le niveau de 50-60 m. (haute Moselle) et accidentellement celui de 100 m. ; ils semblent faire défaut ou être très réduits sur le niveau de 30 m. Dans le Rhône, près de Valence, on constate également l'absence des limons sur la basse terrasse, et leur présence sur le niveau de 90 m. (plateau au sud de Valence).

4° On ne peut évidemment attribuer au hasard des coïncidences aussi remarquables, qui portent à la fois sur le nombre des niveaux et sur les altitudes relatives de la plupart d'entre eux. Il n'est pas davantage possible d'admettre que les observations des divers auteurs ont été plus ou moins influencées par celles de leurs devanciers. A l'époque où j'ai rédigé ma note sur l'Isser, je n'avais pas encore eu l'occasion d'étudier les travaux de Grebe, ni ceux de du Pasquier, et les divergences réelles ou apparentes qui existent entre les résultats obtenus par Grebe, du Pasquier et M. Depéret prouvent la complète indépendance des recherches de ces géologues.

On est donc nécessairement amené à conclure qu'*une seule et même cause*, agissant *simultanément* et *de la même façon* dans les bassins précités a déterminé la formation des nappes alluviales et des terrasses. Cette cause n'a certainement pas agi à l'amont de la zone occupée par les terrasses, comme du Pas-

quier a tenté de le prouver pour la vallée du Rhin. L'absence de toute trace d'anciens glaciers dans la vallée de l'Isser, leur présence très douteuse dans le bassin de la Moselle, en tous cas limitée au voisinage des crêtes et aux parties hautes des vallées [1] constitueraient déjà des objections sérieuses. Mais, même en admettant la réalité de ces anciens glaciers, leur intervention dans la formation des terrasses soulèverait de nombreuses difficultés. J'examinerai dans le chapitre V celles qui se rapportent au mécanisme même de cette intervention, tel que l'ont exposé du Pasquier, Penck et Brückner [2], et je me bornerai ici à faire remarquer qu'il est impossible dans cette hypothèse, de concevoir comment des glaciers issus de massifs aussi différents à tous les points de vue (altitude, superficie, nature des roches, etc...) que les massifs du Djurdjura, du Dira, des Vosges et des Alpes occidentales, auraient pu cependant déterminer dans les vallées correspondantes le même nombre d'alternatives d'érosion et de remblai, se traduisant finalement par la formation de terrasses étagées situées aux mêmes altitudes relatives, les unes au voisinage immédiat de l'embouchure, les autres au pied même des massifs à plusieurs centaines de kilomètres de cette embouchure [3].

Ainsi, on ne peut douter que la cause qui a produit les nappes alluviales et les terrasses a dû nécessairement agir à l'aval de celles-ci, et il est dès lors impossible d'en imaginer une autre que l'oscillation verticale du niveau de base. Je rappellerai, en effet, brièvement, que, dans mon mémoire sur l'Isser, j'ai démontré que l'hypothèse de déplacements exclusivement horizontaux était inacceptable en raison de la configuration même de la côte et des relations qui existent à l'embouchure de l'Isser entre les plages et les terrasses [4]. D'autre part, l'hypothèse de mouvements verticaux exclusivement négatifs, est inconciliable avec le fait

1. de Lamothe. *Op. cit.*, 1897, p. 432 et 433.

2. Penck, du Pasquier et Brückner. *Le Système glaciaire des Alpes*, 1894.

3. Je crois devoir rappeler que dans une note récente (*B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 1004) où il a réfuté très nettement l'argument du *surcreusement*, invoqué en faveur de la théorie de l'érosion glaciaire, M. Kilian a appelé l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à rechercher dans quelle mesure les déplacements du niveau de base ont pu se répercuter dans les vallées alpines, et combiner leurs effets avec ceux résultant des oscillations des glaciers. Pour M. Kilian, il est impossible d'attribuer aux glaciers les creusements successifs de certaines vallées, et l'intervention d'une cause agissant de l'aval vers l'amont, lui paraît, dans certains cas, s'accorder beaucoup mieux avec les faits observés.

4. de Lamothe. *Op. cit.*, 1899, p. 284 et 290.

que les nappes alluviales présentent à l'embouchure même des épaisseurs considérables, car il est impossible de concevoir, sans faire intervenir des mouvements positifs, comment le fleuve aurait pu d'abord creuser son lit très au-dessous du niveau de la mer, et ensuite le remblayer.

5° On doit par conséquent considérer, sinon comme rigoureusement démontré, du moins comme extrêmement probable, que la formation des terrasses dans les trois bassins du Rhin, du Rhône et de l'Isser, est exclusivement due à une succession d'oscillations verticales qui ont affecté *simultanément et de la même façon* les niveaux de base de ces trois bassins.

Ces oscillations alternativement positives et négatives ont déterminé dans chacun des bassins précités des phénomènes alternatifs de remblayage et d'érosion, le remblayage correspondant aux mouvements positifs, l'érosion aux mouvements négatifs.

Si l'on prend comme base les données résultant de l'étude de l'Isser, puisque les phénomènes ont été identiques dans tous les bassins, on voit que *la plus ancienne phase de remblai* dont on *puisse encore observer des traces distinctes* correspond à une époque où les cours d'eau coulaient à 200 m. *au moins* au-dessus des thalwegs actuels [1].

D'après l'épaisseur des cailloutis de ce niveau dans la vallée du Rhin [2], on peut, je crois, admettre *provisoirement* que ce remblai avait été précédé d'un creusement qui avait approfondi les vallées jusqu'à une altitude de 150 m. environ par rapport au thalweg actuel.

A partir du remblai de 200 m. jusqu'à l'époque actuelle, le creusement des vallées s'est opéré par étapes successives, au nombre de six, séparées par des périodes de remblayage. Chaque phase d'érosion a amené le thalweg à un niveau plus bas que celui qu'il avait atteint à la fin de la période d'érosion précédente, chaque phase de remblai l'a relevé d'une quantité plus faible que celle dont il s'était abaissé.

Ces alternatives d'érosion et de remblayage se sont succédé

1. Il n'est nullement impossible qu'il y ait eu des nappes de cailloutis plus anciennes, contemporaines de la fin du Pliocène marin ou du commencement du Pliocène supérieur : les galets de Sidi-Féredj et des pentes de Bouzaréah signalés dans ma note sur l'Isser représentent peut-être les débris des plages correspondantes.

2. 50 m. environ à l'Irchel. — Voir GUTZWILLER. *Op. cit.* p. 613.

comme l'indique le diagramme de la fig. 2, diagramme qui a été établi pour l'Isser, mais qui, pour les raisons exposées, s'applique entièrement aux autres bassins [1].

L'altitude du thalweg à la fin de chaque remblayage est donnée par les maxima, celle de la fin de chaque période d'érosion est donnée par les minima. Les maxima sont pour la plupart exactement connus ; quelques-uns des minima sont incertains, par suite de l'ignorance dans laquelle nous sommes de l'épaisseur réelle des nappes alluviales correspondantes : le seul minimum dont la position soit bien déterminée est celui qui a précédé la formation de la haute terrasse ; il est dans l'Isser, à environ 63 m. au-dessus du thalweg actuel, en tenant compte du déplacement horizontal du niveau de base. La portion du tracé correspondant aux phénomènes qui se sont accomplis après le niveau de 15-20 m. a été laissée en pointillé : il est en effet très difficile de décider si l'état actuel qui paraît caractérisé partout *par la stabilité absolue* du niveau de base correspond à un minimum ou à un maximum; en d'autres termes, si nous sommes à la fin d'une phase d'érosion ou d'une phase de remblai. Comme je l'ai déjà dit, cette dernière hypothèse me paraît la plus vraisemblable.

Les mouvements positifs semblent avoir été extrêmement lents, ainsi que je l'ai démontré pour l'Isser [2]. En ce qui concerne les mouvements négatifs, l'Isser ne fournit aucune indication précise ; mais on peut, je crois, conclure de *l'intégrité transversale complète* des nappes alluviales du seuil de Dounoux et d'Alixan, que le mouvement négatif qui a suivi leur formation n'a pas été instantané, ni même très rapide. S'il en avait été autrement, la Moselle et le Rhin auraient eu le temps de se creuser un chenal plus ou moins profond dans la direction qu'ils suivaient au moment où le mouvement s'est produit.

L'ensemble de ces faits indique en outre que le temps qui s'est écoulé entre la formation des cailloutis de 200 m. et l'époque actuelle a dû être extrêmement considérable.

Enfin, il semble que dans les trois bassins, il n'y a pas eu de déplacement horizontal du niveau de base pendant les mouvements *positifs*, en d'autres termes, que les embouchures à la fin de ces mouvements, se sont retrouvées à peu près sur la même verticale, du moins pour les niveaux compris entre 0 et 100 m., et peut-être aussi pour celui de 130-150 m. Nous verrons en effet dans le

1. Voir aussi le tableau synoptique placé à la fin de ce chapitre.
2. Voir Chapitre I.

chapitre V que des déplacements horizontaux un peu considérables auraient nécessairement modifié les intervalles des terrasses successives.

6° La concordance des variations du niveau de base entre des bassins dont les embouchures sont aussi éloignées et indépendantes, ne peut s'expliquer dans l'hypothèse de mouvements propres de la lithosphère. Je l'ai déjà fait ressortir dans mon mémoire sur l'Isser, en ce qui concerne la côte algérienne [1], et l'impossibilité est encore plus évidente dans le cas présent. Il est déjà bien difficile, en effet, d'imaginer qu'une zone de l'écorce terrestre aussi hétérogène que celle qui comprend les bassins du Rhin, du Rhône et de l'Isser, zone dont les différents compartiments ont, à des époques variées, joué d'une façon indépendante, ait pu pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène, sur une étendue qui embrasse 15° de latitude, éprouver des mouvements synchroniques, d'amplitudes rigoureusement concordantes. Cette supposition paraîtra encore plus inadmissible, si l'on réfléchit que cette zone est séparée en deux parties par la fosse méditerranéenne.

On est ainsi amené à attribuer exclusivement les variations du niveau de base à des oscillations de la masse océanique, c'est-à-dire à ces mouvements généraux que M. Suess a qualifiés *d'eustatiques*, et, comme conséquence, à admettre que la *plus grande partie* de la surface occupée par les bassins du Rhin, du Rhône, de l'Isser et une notable portion du littoral ont fait partie pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène d'une zone relativement fixe de la lithosphère. Je dis *la plus grande partie*, parce qu'en réalité la conclusion n'exclue nullement la possibilité de mouvements locaux, tels que ceux qui ont peut-être déterminé la formation par effondrement des grands lacs alpins, l'affaissement relativement lent de la plaine du Rhin en aval de Bâle et de celle de la Bresse [2], ou celui de portions plus ou moins étendues le long de certaines lignes de rivage.

7° Du moment où les variations du niveau de base sont dues à des mouvements *eustatiques*, il semble évident que l'on doit sur d'autres parties du globe, retrouver des traces d'anciennes plages et de systèmes de terrasses, dont les altitudes relatives et les intervalles concordent avec ceux observés dans l'Isser, sous les réserves toutefois qui seront indiquées dans le chapitre V.

1. de LAMOTHE. *Op. cit*, p. 300.
2. Voir DELAFONT et DEPÉRET. Les terrains tertiaires de la Bresse.

Je suis fermement convaincu que le jour où, grâce à la multiplicité des observations, l'on parviendra à éliminer des données concernant les anciennes plages, les écarts attribuables aux marées, et où des cartes à grande échelle et des procédés de mesure rigoureux permettront de déterminer avec précision les altitudes relatives des plages et des terrasses, on constatera sur un grand nombre de points l'existence de systèmes de plages et de terrasses identiques à ceux de l'Isser. A ce point de vue, la succession des anciennes plages de la baie Murray que j'ai citée dans le chapitre II est un indice qui mérite de ne pas être négligé. Mais il importe aussi de ne pas perdre de vue que la stabilité d'une zone plus ou moins étendue de la lithosphère pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène n'implique pas nécessairement celle des zones voisines, et qu'un grand nombre de faits semblent même indiquer que certaines régions de cette lithosphère ont subi pendant les mêmes périodes des mouvements propres dont les effets se sont superposés à ceux des mouvements eustatiques, et ont dû modifier dans ces régions les intervalles et même le nombre des terrasses et des plages.

Si, comme je l'espère, les conclusions de ce mémoire sont confirmées dans l'avenir, on disposera pour les recherches que je viens d'indiquer, d'une série type de plages et de terrasses établies sur des données rigoureuses, à laquelle on pourra rapporter toutes les observations, et qui permettra par comparaison, de déterminer les compartiments de la lithosphère qui sont restés relativement fixes pendant les périodes précitées et ceux qui ont éprouvé des mouvements propres. Dans le prochain chapitre, j'indiquerai quelques règles pratiques qui pourront servir de guide pour ces études comparatives.

La série type de l'Isser pourra, en outre, être utilisée comme une sorte de *table* ou d'*échelle chronologique*, du moins pour les régions qui ont été affectées de la même façon par les mouvements eustatiques ; elle permettra d'assigner des *dates comparables* à tous les évènements importants que l'on pourra rattacher à des terrasses ou à des plages déterminées.

J'ai essayé, dans le tableau qui termine ce chapitre, de le faire pour quelques-uns des phénomènes de capture dont la vallée de la Moselle a été le théâtre, phénomènes dont j'avais déjà parlé dans ma note de 1897 ; j'espère être en mesure bientôt de le tenter pour des phénomènes analogues plus compliqués, qui se sont produits dans d'autres bassins.

8° *Age des terrasses et des plages. Leur désignation.* — Les graviers des basses terrasses du Rhône et de la Moselle, et la plage de 15-17 m. en Algérie, sont, en dehors des limons et du loess, les seules alluvions qui jusqu'à présent aient fourni des débris de Vertébrés. La faune est caractérisée dans le Rhin et la Moselle par *Elephas primigenius* et *Rhinoceros tichorinus*, en Algérie, par *El. Yolensis* [1].

L'absence de tout débris de Vertébrés dans les moyenne et haute terrasses et dans le Deckenschotter ne permet pas de déterminer leur âge d'une façon précise.

En se basant sur des analogies de position, d'ailleurs très discutables, du Pasquier a admis, avec réserve il est vrai, que la haute terrasse était caractérisée par *El. antiquus* et le Deckenschotter par *El. meridionalis*; il a par suite classé ce dernier dépôt dans le Pliocène supérieur, et la haute terrasse dans le Pleistocène [2].

M. Gutzwiller a rangé au contraire tous les niveaux de cailloutis dans le Pleistocène, en admettant toutefois que les plus élevés du Sundgau pouvaient correspondre à la partie la plus récente du Pliocène supérieur.

Dans l'Isser, ainsi que je l'ai rappelé dans le premier chapitre de ce mémoire, j'ai été amené, en m'appuyant sur des considérations d'un ordre tout à fait différent, à classer dans le Pliocène supérieur les deux plus anciens niveaux (200-205 et 130-150 m.) et dans le Pleistocène les quatre terrasses de 100 m., 55-57 m., 30 m. et 15-17 m.

Cette classification concordant avec celle de du Pasquier pour le Rhin, je crois que l'on peut sans inconvénient et *à titre provisoire* la conserver, en l'étendant aux vallées de la Moselle et du Rhône.

J'admettrai donc que dans toutes les vallées étudiées dans ce mémoire, les deux niveaux plus anciens que celui de 100 m. font partie du Pliocène supérieur, tandis que les quatre autres font partie du Pleistocène. Le niveau de 100 m. pourrait par suite être appelé *haute terrasse*, celui de 50-60 m. *moyenne terrasse*; les deux niveaux de 30 et 15-20 m. constitueraient les *basses terrasses*.

Je ne cacherai pas toutefois que ces qualificatifs offrent le grand inconvénient d'être susceptibles de varier. Si, par exemple, les idées de M. Gutzwiller étaient confirmées par la paléontologie, le niveau de 100 m. cesserait d'être le plus élevé du Pleistocène,

1. de LAMOTHE. Note de 1899, p. 287.
2. du PASQUIER. *Die fluviogl.*, p. 67 et 99 et seq. — *Les all. glaciaires*, p. 66.

et l'on ne voit pas dès lors comment on pourrait lui maintenir la qualification de haute terrasse.

Il serait donc plus logique de renoncer à ces qualifications et de désigner les niveaux d'après leur altitude relative. C'est la solution que j'ai adoptée dans le tableau synoptique ci-après.

9° Les conséquences auxquelles nous sommes arrivés conduisent à rejeter définitivement les deux théories qui ont tenté jusqu'à présent d'expliquer la formation des terrasses, et que je vais rappeler sommairement.

La plus ancienne, qui a été soutenue par Hitchcok, Rütimeyer, Mühlberg, etc., envisageait les terrasses comme le produit de l'érosion par les eaux d'une puissante nappe de comblement préexistante ; elles étaient *la résultante* de deux actions simultanées : d'une part l'oscillation périodique du thalweg de part et d'autre de l'axe idéal de la vallée, conséquence nécessaire des lois de l'hydraulique, d'autre part, l'abaissement vertical de ce même thalweg par suite de l'érosion. Cette théorie a été, en ce qui concerne le Rhin, réfutée avec une grande netteté par du Pasquier [1] et tout ce qui précède montre qu'elle est également inconciliable avec les faits observés dans l'Isser, le Rhône et la Moselle [2].

En même temps qu'il réfutait les idées de Mühlberg, du Pasquier attribuait la formation des terrasses et des nappes alluviales de la vallée du Rhin aux oscillations des glaciers. Je reviendrai dans le prochain chapitre sur le mécanisme de cette théorie, et j'en montrerai les difficultés et les contradictions. Je me bornerai donc ici à rappeler ce que j'ai dit plus haut, c'est que la concordance des systèmes de terrasses dans des bassins aussi différents à tous les points de vue que ceux étudiés dans cette note, exclut la possibilité d'une origine commune en rapport avec des phénomènes qui se seraient produits à l'amont de ces terrasses.

On doit également admettre comme conséquence de ce qui précède, que contrairement aux idées de du Pasquier, il existe dans

1. du Pasquier. *Die fluvioglacialen*, p. 38 et seq.

2. Je crois devoir faire remarquer toutefois que si la théorie précitée ne permet pas d'expliquer la formation des terrasses régulières, elle s'applique très bien à la formation pendant la période d'érosion, de ces plateformes inclinées rocheuses, disposées par étages dans certaines vallées (Moselle, Doubs, etc.) où elles supportent souvent des cailloutis. Il n'est pas douteux, en outre, qu'un certain nombre de petites terrasses accidentelles, comme on en rencontre dans toutes les vallées, ne doivent leur existence aux causes signalées par Mühlberg et ses prédécesseurs, c'est-à-dire à l'érosion d'un remblai préexistant.

le Rhin, à Bâle même, de même que dans l'Isser, le Rhône et la Moselle, une moyenne terrasse bien distincte de la haute, dans laquelle *elle n'est pas emboîtée*. Cette moyenne terrasse serait représentée par les lambeaux que M. Gutzwiller a désignés sous le nom de *gradin inférieur* de la haute terrasse [1]. En outre, il n'y a pas eu creusement de la totalité de la vallée avant la formation de la nappe de 100 m. ; ce creusement a dû s'arrêter à une soixantaine de mètres au-dessus du thalweg actuel.

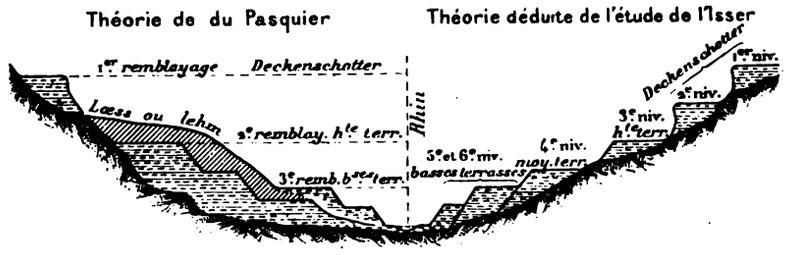


Fig. 11. — Schéma indiquant comparativement les analogies et les différences de la théorie de du Pasquier et de celle déduite de l'étude de l'Isser.

J'ai cherché dans la figure 11 à représenter d'une façon schématique la formation des vallées dans les idées de du Pasquier et dans la théorie que je viens d'exposer. On pourra saisir ainsi plus facilement les rapports et les différences des deux théories.

10° Le tableau synoptique ci-après permet d'embrasser d'un seul coup d'œil les résultats énoncés dans les chapitres précédents ; j'ai en outre indiqué dans la dernière colonne les glaciations correspondant aux terrasses, telles que les admet M. Gutzwiller.

Ainsi qu'on le verra dans le chapitre V, la théorie de du Pasquier, comme la mienne d'ailleurs, conduit à admettre autant de glaciations que de terrasses *régulières*. Il devrait donc, logiquement, exister une glaciation correspondant à la moyenne terrasse, et une autre à la terrasse de 15-20 m., l'individualité de ces deux terrasses n'étant pas, je crois, contestable. Le fait que l'on n'a pas signalé jusqu'à présent les débris de leurs moraines n'est pas une preuve décisive contre cette conclusion, car les recherches n'ont guère été dirigées dans cet ordre d'idées. Il suffirait d'ailleurs, en ce qui concerne la glaciation de la moyenne terrasse, que la durée du maximum ait été courte et que la position des moraines termi-

1. Voir à ce sujet : GUTZWILLER. *Op. cit.*, p. 671 et seq.

nales ait été peu différente de celle des moraines de la glaciation suivante pour qu'il y ait fort peu de chances d'en retrouver les traces. En ce qui concerne la glaciation de la terrasse de 15-20 m. on remarquera que ses limites extrêmes étant en amont des moraines internes, se sont trouvées le plus souvent en amont de la zone du profil d'équilibre, où se forment les terrasses régulières. Ses rapports de position et d'âge avec les terrasses doivent donc être très incertains et difficiles à établir dans la plupart des cas.

Les considérations développées dans le chapitre V élucideront les points douteux et serviront également de réponse aux diverses objections que soulève la théorie exposée dans ce mémoire.

Je n'ai pas cru devoir faire mention du loess ; sa formation n'est pas *nécessairement* liée à celle des terrasses, et d'autre part, les circonstances qui l'ont accompagnée sont encore trop obscures pour qu'il soit possible d'essayer de les interpréter dans la théorie des oscillations du niveau de base.

Chapitre V. — Considérations théoriques sur la formation des terrasses et sur leurs relations avec les glaciers

L'étude comparative des anciennes terrasses a porté presque exclusivement sur des portions de vallées où les pentes actuelles des cours d'eau sont très faibles, où non seulement le profil d'équilibre peut être considéré comme à peu près atteint, mais encore où tout semble indiquer que ce profil était déjà réalisé à une époque très ancienne. C'est grâce à cette circonstance, due *en partie au hasard*, que les comparaisons ont été faciles, les concordances d'une netteté saisissante, et les conclusions précises. Il est certain, en effet, que si j'avais eu à comparer des données obtenues dans des régions où l'évolution a été très différente suivant les vallées, et où les pentes des cours d'eau ont subi pendant cette évolution des variations analogues à celles observées dans l'Isère, il m'eut été très probablement impossible d'en tirer parti et de saisir les relations existantes entre les systèmes de terrasses.

Il m'a donc paru que, sans entreprendre une étude complète des lois qui régissent la formation des terrasses, étude qui exigerait un temps et des matériaux dont je ne dispose pas actuellement, il pourrait être utile, pour les recherches ultérieures, de mettre en évidence le mécanisme *probable* de cette formation et surtout de faire ressortir l'influence que les circonstances accessoires (dépla-

Tableau synoptique résu

Étage		Sens et amplitude du mouvement eustatique qui a amené le niveau de base à l'altitude indiquée dans la colonne suivante.	Altitude du niveau de base à la fin du mouvement par rapport au niveau actuel de la mer.	Nature des phénomènes qui se sont accomplis dans les vallées.	Notations admises pour les dépôts correspondants et synonymie.	VALLÉE DE L'ISS	
						PLAGES	SA ET TE
?		?	?	»	»	Cailloutis de Sidi-Feredj et de Bouzareah (près Alger).	
PLIOCÈNE SUPÉRIEUR		Négatif.	150 m. ?	Érosion.	»	»	
		Positif 50-60 m.	200-205 m.	Remblai.	Niveau de 200-205 m. envir.	Plage de 200-205m des Oulad-el-Bor.	Caillout 205m. el-Bor, l'Isser.
		Négatif de 100 m. ?	100-105 m.	Érosion.	Terrasse de 200-205 m.	»	Caillout lad-el-l 205 m.
		Positif 40 m. environ.	130-150 m.	Remblai.	Niveau de 130-150 m.	Plages de 135-145 m. [1]	Nappe de 130-
		Négatif de 75 à 80 m. environ.	63 m.	Érosion.	Terrasse de 130-150 m.	»	Lambea nappe Lalla-T di-Ben
PLÉISTOCÈNE	INFÉRIEUR	Positif 35-37 m.	98-100 m.	Remblai.	Niveau de 100 m.	98-100 m.	Nappe d (3e lit
		Négatif de 90 m. environ.	10 m. ?	Érosion.	Terrasse de 100 m. (Haute terrasse).	»	Te de 93
	MOYEN	Positif 45 m. environ.	55 m.	Remblai.	Niveau de 50-60 m.	55 m.	Nappe d (4e lit
		Négatif 55 m. environ.	0 ?	Érosion.	Terrasse de 50-60 m. (Moyenne terr.).	»	Te 55-
	SUPÉRIEUR	Positif 30 m. environ.	30 m.	Remblai.	Niveau de 30 m.	30 m.	Nappe d (5e lit d
		Négatif de ?	?	Érosion.	Terrasse de 30 m. (Basse terrasse).	»	Te de 2
		Positif de ?	15-20 m.	Remblai.	Niveau de 15-20 m.	15-17 m.	Nappe d (6e lit d
		Négatif de ?	?	Érosion.	Terr. de 15-20 m. (Basse terrasse).	»	Te de 1
NÉO-PLÉISTO-CÈNE		Positif de ?	Niveau actuel.	Remblai. Formation des deltas actuels.	»	»	Limons Lit

ıits exposés dans ce mémoire.

VALLÉE DE LA MOSELLE		VALLÉE du RHIN près de Bâle	VALLÉE du RHONE près de Valence [2]	VALLÉE de l'ISÈRE entre Romans et le confluent du Rhône	Glaciations correspondantes dans la vallée du Rhin	OBSERVATIONS
BASSE MOSELLE	PHÉNOMÈNES DE CAPTURE					
»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	
Nappe de 200 m. environ.	Écoulement d'eaux vosgiennes dans la Meuse par Pagny.	Cône de transition du Sundgau se terminant vers 200-230 m. (Oberels ässischere Deckenschotter).	Nappe de 200 m. et au-delà signalée au N.-E. de la feuille de Valence par M. Depéret.	»	Glaciation du niveau de 200-230 m.	
Terrasse de 200 m. environ.	»	Terrasses supér. du Sundgau.	»	»	Recul des Glaciers.	
Nappe de 130-150 m.	»	Nappe de 130-150 m. (Jüngerer Deckenschotter).	Nappe du Télégraphe entre Valence et Châteauneuf d'Isère.	»	Glaciation du niveau de 130-150 m.	
Terrasse de 130-150 m.		Terrasses de 130-150 m. à Rheinfelden, Mönchenstein etc.	Lambeau de la nappe ci-dessus à 138 m. (148 m.) au Télégraphe.	»	Recul des Glaciers.	
Nappe de 100 m.	Formation des cailloutis de Foug et de Pagny. Passage d'eaux vosgiennes dans la Saône par Dounoux.	Nappe de 99-100 m.	Nappe du plateau de Foullouse.	»	Glaciation du niveau de 100 m. ou du maximum d'extension, Moraines externes.	
Terrasse de 100 m.	Les eaux Vosgiennes cessent de se déverser dans la Meuse et dans la Saône. Etablissement du chenal de la Moselle.	Terrasse de 93-101 m. au Rütihard, Bruderholz etc.	Terrasse de 88 m. à l'est du Château d'Armoillet (98 m).	»	Recul des Glaciers	
Nappe de 45-56 m.	»	Nappe de 58-60 m.	»	Nappe d'Alixan (ancien lit de l'Isère).	?	
Terrasse de 45-56 m.	»	Terrasse de 56-60m (gradin infér. de la hte terrasse de M. Gutzwiller).	Terrasse de 45-46 m. du Séminaire de Valence (55-56 m.).	Terrasse des Bayanins 53 m.	?	
Nappe de 30 m.	»	Nappe de 31 m.	Nappe de Valence et de Saint-Georges.	Nappe de Romans.	Glaciation du niveau de 30 m. Moraines intern.	
Terrasse de 30 m.	»	Terrasse de 31 m. à Bâle.	Terrasse de 21 m. à Valence (31 m.).	Terrasse de Romans. 32 m. à Romans.	Recul des Glaciers.	
Nappe de 15-20 m.	»	Nappe de 15-20 m.	Nappe de 7 à 8 m. à Glun.	Nappe basse des Robins, près de Pont de l'Isère.	?	
Terrasse de 15-20 m.	»	Terrasse de 15-20 m.	Terrasse de 7-8 m. (17-18 m.).	Terr. basse des Robins (7 à 8 m.).	?	
»	»	»	»	»	»	

1 Cette plage n'existe pas dans l'Isser, mais elle est bien caractérisée à Alger.
2 Dans cette colonne les nombres placés entre parenthèses représentent les terrasses augmentées de 10 m. conformément aux indications du Chap. IV.
3 98-100 m., en tenant compte du déplacement horizontal du niveau de base (voir Chapitre I).

cements horizontaux du niveau de base, état du profil d'équilibre... etc.), peuvent exercer sur la distribution des terrasses, sur leurs intervalles et sur leurs altitudes par rapport aux thalwegs actuels. Je me placerai *exclusivement*, pour cette étude, dans l'hypothèse que les oscillations verticales du niveau de base ont eu lieu dans l'ordre et avec les amplitudes constatées dans l'Isser, à partir d'un niveau voisin de 200 m.

Je complèterai cet exposé en montrant qu'en dehors de toute autre considération, les objections que soulève dans la théorie glaciaire l'explication des formes topographiques si remarquables que l'on observe aux points de contact des nappes alluviales et des moraines de la dernière extension, suffiraient pour faire écarter cette théorie.

I. — Mécanisme de la formation des terrasses

A. — Les oscillations du niveau de base sont exclusivement verticales

Envisageons d'abord ce premier cas qui est évidemment exceptionnel ; il peut cependant se réaliser dans les mouvements négatifs lorsque le cours d'eau débouche dans une mer dont la profondeur croît très rapidement, et dans les mouvements positifs, lorsque l'amplitude de ceux-ci est assez faible ou leur lenteur assez grande pour permettre le comblement de la zone immergée, ainsi que nous l'avons vu dans l'Isser.

Considérons un grand fleuve prenant sa source dans un massif élevé, à une altitude très supérieure à celle de la zone de 200 m. dans laquelle se sont produites les oscillations.

D'après les exemples que nous avons sous les yeux, le profil longitudinal comprend deux parties : l'une inférieure AB (fig. 12) où le profil d'équilibre est à peu près atteint et où la continuité des pentes est plus ou moins parfaite ; l'autre supérieure BC où les pentes sont discontinues, et où le lit présente une succession de ressauts et de rapides séparés par des sections à pente relativement douce et même à contrepente (dépressions lacustres) [1].

Si le niveau de base reste invariable, le cours d'eau effectuera dans la zone BC le comblement des dépressions, coupera les bar-

1. Consulter à ce sujet de la Noë et de Margerie : *Les formes du terrain*, p. 52 et seq. et p. 75. — de Lapparent. *Leçons de géog.-phys.*, 2e édit., 4e et 8e leçons.

rages rocheux et en définitive, remblaiera partout où une pente faible succède à une pente plus forte, creusera partout où une pente forte succède à une pente plus douce. Ces opérations opposées aboutiront finalement à la régularisation du profil, d'abord dans les *biefs successifs*, puis dans l'ensemble de la zone BC, et cette régularisation aura pour effet de prolonger peu à peu vers l'amont la zone AB. En même temps la courbure de celle-ci achèvera de se régulariser et s'aplatira de plus en plus : les profils successifs du lit seront représentés par les tracés A*b*, A*b'*, etc.

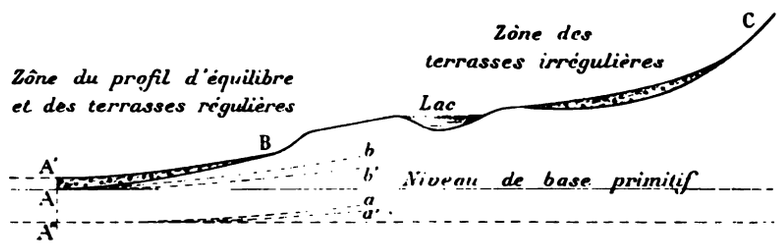


Fig. 12. — Schéma de la formation des terrasses régulières et irrégulières dans l'hypothèse des oscillations du niveau de base.

1° *Cas d'un mouvement positif.* — Supposons maintenant qu'un mouvement positif de faible amplitude amène le niveau de base en A' ; rien ne sera changé à ce qui se passait dans la zone BC ; le fleuve continuera à y creuser son lit ou à le remblayer, comme précédemment.

Dans la zone AB, au contraire, il y aura remblai de toute la partie inférieure AA'B. Le nouveau profil sera, en principe, plus aplati que le précédent, et par suite, l'épaisseur du remblai égale, à l'embouchure, à l'amplitude du mouvement positif, ira en diminuant vers l'amont d'autant plus rapidement que les variations de pente du lit primitif AB seront plus fortes. L'extension du remblai vers l'amont sera donc nécessairement limitée.

Du reste, abstraction faite de toute considération d'épaisseur, il est évident qu'il doit en être ainsi. En effet, même dans un cours d'eau dont le profil d'équilibre est complètement atteint, il doit y avoir un point en amont duquel aucun dépôt n'est possible, puisque dans la partie supérieure le profil tend à se rapprocher de la verticale.

La répercussion des mouvements positifs doit pour ces deux raisons cesser de se faire sentir à une certaine distance de l'embouchure. Aucune donnée toutefois ne permet de préciser cette distance.

Dans les vallées étudiées dans ce mémoire, les pentes des nappes alluviales dont la formation est due à des mouvements positifs, sont toujours très faibles : la plus forte (0,0025) est celle de la terrasse du Séminaire ; Du Pasquier cite pour des cailloutis de vallées latérales situées très en amont de Bâle et qui *paraissent* se raccorder à des terrasses régulières, des pentes de 0,012 [1]. En considérant ce qui se passe dans les torrents des Hautes-Alpes, je serais assez disposé à admettre que, *théoriquement*, des nappes régulières de remblai dues à une variation positive du niveau de base peuvent s'étendre à partir de l'embouchure jusqu'aux régions où apparaissent les cônes de déjection des grands torrents et se raccorder à ceux qui ont atteint leur pente-limite, telle que Surell l'a définie [2]. Dans cette manière de voir les nappes alluviales en connexion avec les mouvements du niveau de base pourraient finalement atteindre des pentes de près de 6 à 7 °/₀. J'ignore toutefois s'il y a des exemples d'une pareille continuité.

Dans les cours d'eau qui n'ont pas atteint leur profil d'équilibre, il est évident que la répercussion des mouvements positifs ne devra pas, en général, se faire sentir au-delà des premiers obstacles qui interrompent la continuité des pentes à moins que ceux-ci n'aient un relief inférieur à l'épaisseur finale du remblai.

2° *Cas d'un mouvement négatif.*

Si le niveau de base s'abaisse de A' en A", l'embouchure s'abaissera d'autant et le fleuve créera à partir de ce point un nouveau profil d'équilibre qui rétrogradera progressivement vers l'amont. Le remblai A'AB, précédemment formé, constituera une terrasse longitudinale dont l'altitude relative sera, à l'embouchure, égale à l'amplitude du mouvement négatif.

Au début, cette altitude ira en diminuant vers l'amont, mais si *la période d'érosion a une durée suffisamment longue*, elle tendra à devenir égale à ce qu'elle est à l'embouchure, puis progressivement croissante de l'aval vers l'amont, à mesure que le profil d'équilibre s'aplatira davantage et tendra à se confondre avec les tracés A"*a*, A"*a*'.

Pendant ce temps, dans la zone BC, la marche des phénomènes ne sera en rien modifiée. Les érosions et les remblais continueront sans être *ni accélérés, ni retardés*. Sur certains points par conséquent, le fleuve créera également des terrasses longitudinales ;

1. du Pasquier. *Die fluvioglac.*, p. 96.
2. Surell. *Etude sur les torrents des Hautes-Alpes*, 1841, p. 18 et 22.

mais celles-ci n'auront aucun rapport avec celles de la zone AB; elles seront discontinues, limitées à des bassins distincts, leurs altitudes au-dessus du thalweg seront quelconques et indépendantes de leur âge, les plus basses n'étant pas nécessairement les plus récentes; leurs épaisseurs seront *extrêmement variables;* il sera, en général, impossible de les rattacher aux terrasses de la zone d'équilibre. Si l'on conserve à ces dernières la qualification de *régulières* ou *normales* que du Pasquier leur a donnée [1], en partant d'un ordre d'idées tout-à-fait différent, il convient de qualifier les premières *d'irrégulières* ou *anormales*.

Dans les Alpes, les terrasses irrégulières sont très fréquentes : je citerai dans le Dauphiné celles de Lanslebourg, des hautes vallées du Drac et de la Durance, etc.

Ainsi, *en dehors de toute intervention des glaciers*, la théorie nous montre que dans un grand bassin fluvial les oscillations du niveau de base et le processus normal de l'érosion suffisent pour déterminer la formation de terrasses *régulières*, *continues*, dans la zone inférieure où le profil d'équilibre est plus ou moins réalisé, et, au contraire de terrasses *localisées* et *irrégulières* dans la zone supérieure où ce profil n'existe pas.

Influence des irrégularités du profil longitudinal. — Dans ce qui précède, j'ai supposé que le fleuve avait à peu près complètement réalisé son profil d'équilibre dans la partie inférieure de son cours, avant le commencement du mouvement positif. Si l'on en juge par les irrégularités du lit de la Moselle (fig. 5), du Rhône autour de Valence (fig. 10), du Rhin en amont de Bâle et en aval de Mayence, il semble que cette condition soit *actuellement* rarement réalisée, même dans les grands cours d'eau, et il est par conséquent très probable qu'elle ne l'a pas été dans le passé [2].

Ces irrégularités n'exerceront aucune influence sur l'extension des remblais, à la condition toutefois que leur relief soit plus faible que l'amplitude des mouvements positifs; elles seront finalement noyées dans la nappe alluviale dont elles pourront, dans certains cas, diminuer l'épaisseur.

Mais, comme elles doivent leur origine à des causes variées

1. du Pasquier. *Les Alluvions glaciaires*, p. 51.

2. Il importe toutefois de noter que ces irrégularités ne se sont pas nécessairement reproduites sur les mêmes points aux différentes époques de l'histoire de la vallée. Si l'anomalie de Valence doit être attribuée, comme je le pense, aux apports latéraux de l'Isère, elle a dû être beaucoup moins marquée dans le passé, puisque les anciens lits ont été, en général, beaucoup plus larges que le lit actuel.

(inégale résistance des roches à l'érosion, apports latéraux, accidents tectoniques, etc...) dont une partie peut continuer à agir pendant la formation du remblai, le profil final de la nappe alluviale pourra présenter également des irrégularités plus ou moins considérables qui modifieront nécessairement, sur les points où elles existent, les altitudes absolues et relatives de la nappe et, par conséquent, des terrasses. En général, ces irrégularités seront difficilement observables sur les anciennes nappes en raison des modifications que leur surface a subies ultérieurement (dénudation, ruissellement, etc...).

Si un mouvement négatif succède au mouvement positif, l'érosion fera réapparaître les irrégularités antérieures du profil, et il pourra arriver que le cours d'eau fixé par un obstacle résistant se maintienne plus ou moins longtemps à un niveau plus élevé que la base des remblais, en formant sur ce point des rapides ou des chutes. C'est à une circonstance de ce genre que du Pasquier a attribué la formation des *Laufen* de la vallée du Rhin, et il est possible que celle du Saut du Broc soit due à une cause analogue [1].

Il importe, dans ce cas, de ne pas perdre de vue, que les altitudes relatives des terrasses étant mesurées par rapport au thalweg final, l'irrégularité du profil longitudinal de ce thalweg aura pour effet de réduire *localement* ces altitudes d'une façon souvent très notable, comme nous l'avons vu pour les terrasses du Rhône et pour celles de la haute Moselle.

3° *Cas d'une succession d'oscillations verticales.*

Jusqu'ici, j'ai examiné à peu près exclusivement les phénomènes que détermineraient dans les vallées actuelles, l'intervention de mouvements positifs ou négatifs du niveau de base. Il n'y a aucun motif pour ne pas admettre que des phénomènes identiques se sont accomplis dans ces vallées pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène sous l'influence des oscillations eustatiques dont j'ai démontré l'existence. D'après ce que nous savons de l'évolution du profil des grands cours d'eau, l'étendue de la zone du profil d'équilibre a dû, en général, être d'autant plus restreinte et les pentes de ce profil ont dû être d'autant plus fortes, que l'on considère des lits plus anciens. D'autre part, le fait de l'extension jusqu'au pied des Vosges de toutes les terrasses pleistocènes, la coexistence à Bâle et à Valence de tous les niveaux à partir de celui de 130-150 m., prouvent que dans ces vallées, l'intervalle entre chaque mouvement négatif et le mouvement positif suivant

1. du Pasquier. Die fluviogl..., p. 2.

a été suffisamment long pour permettre aux cours d'eau de recréer chaque fois leur profil d'équilibre sur des étendues à peu près équivalentes, avec des pentes au plus égales à celles du lit précédent, et qui, en général, ont été plus faibles.

Ceci posé, si l'on imagine une succession d'oscillations eustatiques, analogues à celles observées dans l'Isser, et abaissant chaque fois davantage le niveau de base d'un cours d'eau, depuis l'altitude de 200 m. environ, jusqu'au niveau actuel, on peut prévoir qu'elles détermineront dans la vallée, les phénomènes ci-après :

a. — Le creusement de la vallée ne sera pas continu ; il s'opérera par une succession de phases d'érosion séparées par des phases de remblai ; ces phases donneront naissance dans la partie inférieure du cours d'eau, à un système de terrasses régulières d'altitude décroissante à partir des plus anciennes, et disposées comme le montre la fig. 13.

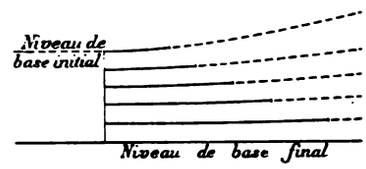


Fig. 13. — Schéma de la formation d'un système de terrasses.

Les traits pleins marquent l'étendue et les positions successives de la zone des terrasses régulières.

b. — L'étendue de ces terrasses sera d'autant plus restreinte vers l'amont qu'elles seront plus anciennes. La zone où on les observe empiètera donc de plus en plus sur celle des terrasses irrégulières, et il arrivera par suite que des terrasses de ces deux catégories seront superposées dans un même profil, les terrasses irrégulières étant *en général* les plus élevées.

c. — Le résultat immédiat de chaque mouvement négatif sera de faire perdre au cours d'eau le profil d'équilibre dans les parties où il était déjà réalisé, et, par conséquent, de le *rajeunir*. Mais, comme nous l'avons vu, les grands cours d'eau ont presque toujours eu le temps de recréer ce profil par érosion régressive sur une étendue au moins aussi grande et souvent plus considérable. Le nouveau profil sera en général plus aplati que le précédent.

d. — Comme conséquence, et *abstraction faite des petites irrégularités du lit* dont j'ai parlé plus haut, les altitudes relatives d'une même terrasse iront en croissant de l'aval vers l'amont, et cet accroissement sera d'autant plus rapide que la terrasse sera plus ancienne et que les pentes du cours d'eau actuel différeront davantage de celles du lit correspondant à la terrasse ; il en sera de même des intervalles de deux terrasses consécutives.

Cet accroissement des intervalles aura pour effet de diminuer ou même de supprimer l'emboîtement des terrasses.

e. — On conçoit, comme cas particulier, que si, à une époque quelconque de son évolution, un grand cours d'eau, grâce à des circonstances topographiques spéciales, est parvenu à réaliser un profil d'équilibre avec le *minimum* de pente compatible avec les conditions hydrographiques, sur une grande étendue de son cours, les lits successifs devront à partir de ce moment être sensiblement parallèles les uns aux autres, c'est-à-dire que leurs altitudes relatives et leurs intervalles ne varieront plus d'une façon appréciable dans cette étendue.

Ces circonstances topographiques semblent s'être rencontrées dans les bassins du Rhin, de la Moselle et du Rhône dès les plus anciens niveaux, et ce fait est la conséquence de la très faible altitude de ces trois cours d'eau à leur sortie des grands massifs où ils prennent leur source, relativement à la distance qui les sépare de l'embouchure. J'ai déjà, plus haut, cité l'exemple de la Moselle ; je me bornerai à ajouter qu'à Bâle, les alluvions du niveau de 130-150 m. atteignent au plus l'altitude de 400 m., bien qu'elles soient à 600 kil. de l'embouchure ; ce qui correspond, en tenant compte de l'altitude du niveau de base, à une pente d'environ 0,0004. On ne doit pas s'étonner qu'avec des pentes initiales aussi faibles, les profils successifs du fleuve aient pu, au moins à partir du niveau précité, demeurer sensiblement parallèles, et que les altitudes relatives des terrasses à Bâle soient les mêmes que celles des terrasses formées à l'embouchure de l'Isser.

f. — La loi d'accroissement des altitudes relatives et des intervalles se vérifie déjà assez bien, à Palestro [1] dans l'Isser, quoique cette localité soit seulement à 40 kil. de la mer. Ce résultat est dû à la brièveté du parcours de l'Isser (150 kil. environ) et à la rapide augmentation des pentes qui en est la conséquence [3].

Dans la vallée du Rhin, au contraire, l'accroissement n'est pas encore appréciable à Bâle ; il ne devient sensible qu'en amont où, d'après du Pasquier, les pentes moyennes des terrasses de la région entre Bâle et le Rafz [1] sont les suivantes :

Deckenschotter de la vallée principale. . .	0,005
Haute terrasse.	0,0015
Basse terrasse	0,0014
Rhin actuel	0,0011

1. de LAMOTHE. *Op.*, 1899, p. 282.
2. Actuellement la pente entre la mer et Blad Guitoun est de 0,0012. Elle est de 0,0023 entre Blad Guitoun et les gorges de Palestro, et de 0,0047 dans les gorges.
3. du PASQUIER. *Die fluviogl.*, p. 16, 17, 47, 96.

Je crois toutefois devoir faire remarquer que, bien que ces résultats concordent avec la théorie, on peut élever quelques doutes sur leur exactitude, l'auteur n'ayant pas tenu suffisamment compte de ce fait que le Rhin n'a pas encore retrouvé son profil d'équilibre en amont de Rheinfelden.

Dans les grands affluents, la vérification de la loi ressort avec beaucoup plus de netteté. Cela provient de ce fait bien connu que les pentes des affluents sont *en général* beaucoup plus rapides que celles du cours d'eau dont ils sont tributaires. L'Isère en offre un exemple remarquable. Nous avons vu que les pentes des trois lits successifs de l'Isère, reconnus entre Romans et Valence étaient les suivantes : 0,0013 (lit actuel), 0,0021 (lit de la basse terrasse de Romans), 0,0025 (lit de la moyenne terrasse). Il en résulte que la moyenne terrasse qui domine le Rhône à Valence de 46 m., domine l'Isère de 53 m. à Romans et d'environ 100 m. à Saint-Marcellin, où MM. Depéret et Kilian l'ont retrouvée [1].

Pour la basse terrasse, je n'ai pas d'autres données que celles que j'ai recueillies entre Valence et Romans. Son altitude, qui devait être voisine de 21 m. au confluent atteint déjà 32 m. à Romans.

On voit par ces deux exemples combien il est indispensable de tenir compte des pentes des cours d'eau dans l'étude comparative des terrasses d'une même vallée, et à fortiori des terrasses situées dans des bassins indépendants.

g. — Si le cours d'eau n'a qu'un très faible débit et surtout si sa source et son embouchure sont très rapprochées, les phénomènes seront sensiblement différents. Considérons un cours d'eau principal dont le lit est AB (fig. 14) et deux affluents, l'un CA d'un parcours très restreint prenant sa source dans un massif très peu élevé, l'autre BD très étendu et s'alimentant à un massif d'une grande altitude. La figure montre, sans qu'il soit nécessaire d'insister, que lorsque le niveau du cours d'eau principal se sera abaissé en A'B', l'affluent CA aura pris le tracé C'A', beaucoup plus rapide que le précédent, tandis que le tracé du cours d'eau

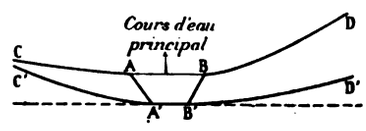


Fig. 14. — Schéma montrant les différences que présente la marche de l'érosion suivant l'importance des bassins hydrographiques.

1. *Bulletin des Services de la carte*, VIII, p. 115.

B'D' sera en général plus aplati que BD, du moins au voisinage du confluent. L'altitude relative de la nappe de cailloutis correspondant au lit AC ira donc en diminuant de A vers C, tandis que celle de la nappe BD ira en augmentant de B vers l'amont.

Les mouvements négatifs du niveau de base auront donc ici pour effet, non seulement de rajeunir périodiquement le réseau hydrographique, mais encore, dans certains cas, tels que celui de l'affluent CA, d'éloigner de plus en plus le cours d'eau de la *vieillesse* et même de la *maturité*.

Les faits de ce genre sont très nombreux, on les observe notamment dans les cours d'eau décapités. Je citerai comme exemple typique la disposition si remarquable du bassin du Coney, par rapport aux alluvions du seuil de Dounoux.

Il est facile de montrer l'intérêt de ces observations au point de vue de la recherche et de l'étude des anciennes terrasses. De petits affluents ou même de grands cours d'eau provenant de régions peu élevées, pour lesquelles une variation du niveau de base de 200 m. est *relativement* considérable, pourront à un âge avancé rouler des galets, alors qu'aux époques antérieures ils ne roulaient que du sable (Loire et Allier ?). La tendance inverse est au contraire très marquée dans les cours d'eau issus des grands massifs montagneux (Isère à Grenoble).

En outre, il pourra arriver que des dépôts caractérisés par une faune ancienne se montrent à une très faible altitude au-dessus de cours d'eau originaires de massifs peu élevés, tandis que des dépôts de même âge se rencontreront à des altitudes considérables dans des vallées de régions montagneuses.

B. — Le niveau de base ne subit que des déplacements horizontaux

Examinons maintenant le cas où les déplacements du niveau de base sont exclusivement horizontaux, circonstance qui peut se produire à la suite de la formation de deltas, d'effondrements le long de la ligne de rivage, d'érosions marines, etc. Je qualifierai ces déplacements de positifs ou de négatifs suivant qu'ils ont pour effet de reporter le niveau de base dans l'intérieur des terres ou au contraire de l'éloigner vers la mer.

Supposons (fig. 15) [1] un cours d'eau débouchant dans la mer en

1. Dans les fig. 15 et 16, j'ai, pour la commodité du dessin, tracé les cours d'eau en ligne droite au lieu de les raccorder tangentiellement au niveau de base.

A, et TT' une ancienne terrasse. Si le niveau de base rétrograde en A' il se formera un nouveau thalweg A'B' à un niveau plus bas que le précédent. Le déplacement positif du niveau de base aura donc pour effet de déterminer un nouvel approfondissement de la vallée et d'augmenter les altitudes des terrasses préexistantes.

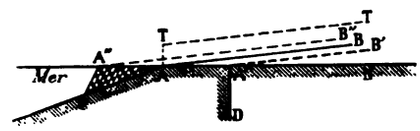


Fig. 15. — Cas où les déplacements du niveau de base sont exclusivement horizontaux.

Si au contraire le niveau de base s'avance en A'', à la suite de la formation d'un delta A''CA, ce déplacement négatif aura pour conséquence la formation d'un lit A''B'' et les altitudes des terrasses seront toutes diminuées.

C. — Le niveau de base se déplace à la fois verticalement et horizontalement

Il est facile maintenant de comprendre ce qui se passera si le niveau de base est affecté simultanément de mouvements verticaux et horizontaux. Ce sera évidemment le cas le plus fréquent et, en général, comme on peut s'en rendre compte sur la fig. 16, les mouvements verticaux seront accompagnés de déplacements horizontaux de même signe qui tendront à détruire partiellement ou totalement leurs effets.

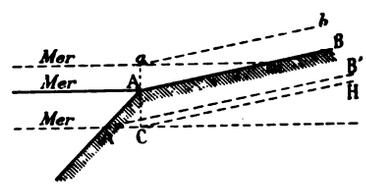


Fig. 16. — Cas où le niveau de base se déplace à la fois verticalement et horizontalement.

L'altitude relative d'une terrasse AB formée à la suite d'un mouvement négatif AC pourra donc présenter des écarts considérables, dans des bassins différents, suivant l'importance plus ou moins grande du déplacement horizontal A'C, importance qui pourra être encore accrue par la formation d'un delta.

La figure montre également qu'à la suite d'un même mouvement positif A*a*, amenant le niveau de base en *m*, le remblai qui se formera ne s'élèvera en *ab* que si le cours d'eau parvient à remblayer tout l'espace *a*A*m*. Dans le cas contraire, l'épaisseur du remblai sera notablement réduite et les intervalles entre ce remblai et les terrasses antérieurement formées se trouveront augmentés d'autant.

On conçoit combien pourront être considérables, et variables en même temps, les effets de ces perturbations sur les altitudes relatives, les épaisseurs et les intervalles des nappes alluviales, et par suite les difficultés qui pourront en résulter dans une étude comparée des systèmes de terrasses de bassins indépendants.

Dans bien des cas heureusement, ces influences perturbatrices semblent avoir été très faibles, ou s'être compensées, et il est facile d'en saisir la raison. Beaucoup de cours d'eau à leur embouchure sont encore entourés de hauteurs qui atteignent 100 à 200 m., et qui sont prolongées au-dessous du niveau de la mer par des pentes assez rapides. Comme d'autre part le phénomène des terrasses est compris dans une zone dont l'altitude ne dépasse pas sensiblement 200 m., il en résulte que pour tous ces cours d'eau, les mouvements négatifs n'ont pas dû déterminer en général de déplacements horizontaux très considérables du niveau de base, surtout pendant le Pleistocène. En ce qui concerne les mouvements positifs, on remarquera que leur faible amplitude et la lenteur avec laquelle ils paraissent s'être accomplis, ont dû presque toujours permettre le remblayage total de la zone immergée. C'est en partie pour ces diverses raisons, et indépendamment de la faiblesse des pentes, que les séries de terrasses du Rhin, du Rhône et de l'Isser doivent d'être restées entièrement comparables.

Les résultats eussent été très différents si les recherches avaient porté sur des vallées situées dans des massifs de faible altitude, où un abaissement vertical du niveau de base de 200 m., entraînerait de grands déplacements horizontaux. Si l'on considère, pour fixer les idées, une région dont la topographie serait analogue à celle du bassin de la Loire entre son embouchure et Nevers, il serait facile, à l'aide d'un graphique comme celui de la figure 16, de montrer que les terrasses les plus basses s'étendront seules plus ou moins loin vers l'amont, tandis que les autres disparaîtront de l'amont vers l'aval à des distances d'autant plus grandes du rivage actuel qu'elles seront plus anciennes ; elles sembleront converger vers l'aval ; il y aura, suivant les cas, *condensation* dans un espace vertical restreint de plusieurs nappes alluviales, suppression de certaines d'entre elles, et même recouvrement de nappes anciennes par de plus récentes. Je ne crois pas devoir insister sur ces phénomènes, mais il était nécessaire d'appeler sur eux l'attention.

Pour étudier les effets des mouvements positifs, j'ai admis que ces mouvements avaient eu une amplitude très faible, comparable à celle des mouvements de même sens observés dans l'Isser. Il est

facile de comprendre les raisons de cette restriction. Un mouvement positif d'amplitude un peu considérable (4 à 500 m. par exemple), amènerait dans tous les bassins étudiés, le niveau de base, à une altitude où le profil d'équilibre n'est pas encore atteint. Aucun remblai ne pourrait se former en amont et le creusement du lit continuerait comme précédemment.

Des phénomènes analogues se produiraient, du reste, même dans une vallée où le profil d'équilibre est complètement réalisé entre la source et l'embouchure, si le niveau de base s'élevait jusqu'au point où les pentes deviennent trop rapides pour permettre le dépôt des sédiments. Là encore la puissance érosive des eaux continuerait seule à exercer son action dans les mêmes conditions qu'avant le déplacement du niveau.

Ces considérations permettent de comprendre comment les auteurs du mémoire sur « *Les terrains tertiaires de la Bresse* », ont pu être amenés à admettre que les mouvements positifs, de même que les mouvements négatifs déterminaient l'approfondissement des vallées. La conclusion qu'ils ont tirée de la figure schématique de la page 177 de leur travail est *géométriquement* exacte ; mais ils ont attribué au déplacement du niveau de base une action à laquelle il est resté étranger et qui s'exerçait antérieurement à ce déplacement.

D. — Nécessité d'éliminer de la série des terrasses régulières certaines formes dont l'origine est complètement différente

Dans l'étude et la recherche des terrasses régulières il est indispensable d'éliminer certaines formes accidentelles qui présentent de très grandes analogies avec elles, mais dont l'origine est en connexion avec des causes locales en partie indépendantes des variations du niveau de base.

Le plus souvent ces formes résultent de l'érosion par le cours d'eau principal des cônes de déjection au moyen desquels les affluents se raccordent avec lui quand leurs pentes sont beaucoup plus rapides. Il est facile de se rendre compte de leur mode de formation.

Considérons (fig. 17) une section AB du cours d'eau principal passant par un affluent BDM, dont les pentes sont beaucoup plus rapides, et le volume d'eau assez considérable pour lui donner une grande capacité de transport. Le raccordement des deux nap-

1. Delafont et Depéret. *Les terrains tertiaires de la Bresse*, p. 177 et seq.

pes alluviales se fera par un cône BDC, qui refoulera vers la rive opposée A le cours d'eau principal (Isère à Valence, Drac à Grenoble, etc...) Ce refoulement sera d'autant plus grand que le cours d'eau principal sera moins *encaissé*, et aura des pentes plus faibles. Si ce dernier, pour une cause quelconque, se déplace ultérieurement vers sa rive droite, il creusera le cône de l'affluent jusqu'en C, et déterminera la formation d'un talus d'érosion DC, et par conséquent d'une terrasse. L'étendue transversale de cette terrasse, son développement longitudinal et sa hauteur pourront varier dans des limites très considérables, qui dépendront de la largeur de la vallée principale, de l'extension du cône dans cette vallée, de la pente de l'affluent et enfin de l'importance du déplacement latéral du cours d'eau principal. Lorsque la pente du cône sera peu sensible (cône du Drac à Grenoble) la pseudo-terrasse d'érosion aura toutes les apparences d'une vraie terrasse dont il pourra être très difficile de la distinguer.

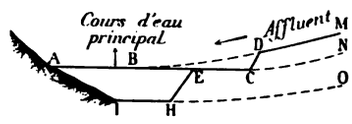


Fig. 17. — Mode de formation des fausses terrasses.

Ce phénomène est très fréquent dans les Alpes, et je l'ai observé dans beaucoup d'autres régions (terrasse de Sainte-Egrève à Grenoble, terrasse entre Tain et Pont de l'Isère citée au chapitre III, etc.).

Si à la suite d'un mouvement négatif le cours d'eau principal s'abaisse en IH, il formera une nouvelle terrasse EH, bien distincte de CD, et qui seule fera partie de la série des terrasses régulières. Un fait de ce genre se produirait à Grenoble, si l'Isère creusait son lit de 30 m. par exemple en se jetant en même temps sur sa rive gauche vers Echirolles : il se formerait deux terrasses, l'une de 30 m. dans la vallée principale ; l'autre de 50 à 60 m. d'altitude au-dessus de l'Isère à la traversée du cône de déjection du Drac : la première seule appartiendrait à la série des terrasses régulières.

On remarquera que le creusement du cône ayant pour effet d'abaisser le niveau de base de l'affluent, celui-ci devra également creuser son lit en y créant de petites terrasses d'érosion, conformément à la théorie de Mühlberg. Telle est l'origine de celles que l'on observe au Saut des Chèvres près de Pont de l'Isère.

Il est évident que toutes ces terrasses accidentelles ne doivent pas compter dans la série normale des terrasses d'une vallée, et

doivent même en être éliminées avec le plus grand soin. Je propose de les distinguer sous le nom de *fausses terrasses*.

A cette catégorie on peut rattacher les anciens deltas si fréquents dans tous les pays de montagnes. La plupart de ceux que j'ai étudiés forment de véritables terrasses qui peuvent occasionner de graves erreurs d'interprétation lorsqu'aucune coupe ne permet d'étudier leur structure interne. Je citerai parmi les plus remarquables : le delta de Saint-Laurent-du-Pont (Isère), celui de Pontarlier, tous les deltas torrentiels de la haute Moselle, dont quelques-uns ont parfois l'aspect de vastes terrasses longitudinales (Bussang, sablons du Thillot, sablons de Remenvillers, terrasses entre Remiremont et Noir-Gueux, Cresson, etc...).

E. — Loi relative à l'épaisseur des terrasses régulières

Du moment où la formation des terrasses régulières est due à l'intervention de mouvements positifs, il est évident que leur épaisseur, du moins à l'embouchure, doit dépendre avant tout de l'amplitude de ces mouvements, et qu'elle doit être indépendante de la puissance d'érosion et de transport du cours d'eau et de l'importance du massif où il prend sa source. Les épaisseurs mesurées à l'embouchure des différents cours d'eau doivent donc être égales, si les mouvements positifs qui ont donné naissance aux nappes correspondantes ont eux-mêmes été égaux, et si aucune cause perturbatrice (déplacement horizontal du niveau de base par exemple), n'a altéré cette égalité.

Malheureusement je ne connais aucun document qui permette de vérifier l'exactitude de cette déduction théorique aux embouchures du Rhin et du Rhône.

Vers l'amont, les épaisseurs doivent diminuer progressivement ; cette diminution doit naturellement être plus rapide dans les affluents. On ne doit pas perdre de vue que ces épaisseurs peuvent localement présenter des variations très *considérables* dues soit aux irrégularités du profil longitudinal, soit surtout à la présence de cônes de déjection d'origine latérale.

Si l'on remarque qu'il existe une concordance presque parfaite, au moins à partir de la haute terrasse, entre les altitudes relatives des différentes nappes de cailloutis des environs de Bâle et de la haute Moselle, d'une part, et celles de l'Isser à son embouchure, d'autre part, et que par conséquent ces nappes ont dû être sensiblement parallèles entre elles et aux thalwegs actuels, on pourra

admettre avec quelque vraisemblance que l'épaisseur de ces nappes a dû rester à peu près constante entre l'embouchure et le point où on les observe aujourd'hui. On peut donc sans commettre de grossières erreurs comparer entre elles les épaisseurs des terrasses des environs de Bâle, de la haute Moselle, de l'Isser et même du Rhône.

Le tableau ci-dessous est le relevé des épaisseurs que j'ai pu déterminer par moi-même, ou extraire des travaux cités dans ce mémoire ; j'y ai joint quelques observations relatives aux terrasses de la Durance faites par M. Kilian [1].

NIVEAUX	ISSER	RHÔNE ET ISÈRE	DURANCE	HAUTE-MOSELLE	RHIN	OBSERVATIONS
200m	?	?	20 à 40m		50m à l'Irchel [4]	[1] Nombre douteux.
130-150m	40m [1]	?			50m au sud de Rheinfelden [5]	[2] Nombre probablement un peu faible. [3] Nombre certainement trop faible. [4] Gutzwiller. *Die diluvial.*, p. 613.
Haute terrasse de 90 à 100m	35m environ	?	30 à 40m		16m au Bruderholtz 30m ? au Rütihard [6]	[5] du Pasquier. *Die diluvial.*, p. 74. Donné comme maximum. [6] Gutzwiller. *Op. cit.*, p 562.
Moyenne terrasse de 50 à 60m	40 à 45m	30m à Romans [2]	»	35 à 40m à Archettes	Quelques mètres au plus	[7] Gutzwiller. *Id.*, p. 522. Ce nombre correspond donc à un maximum.
Basse terrasse de 30m	28 à 30m	21m au moins à Valence [3]	30m au moins	30m à Thaon	32m à Bâle près de l'axe de la vallée [7]	
Basse terrasse de 15-20m	»			20m au moins		

La plupart des nombres de ce tableau sont des minima. On ne doit pas perdre de vue, en effet, que les débris des anciennes terrasses représentent le plus souvent le bord même de la nappe dont ils ont fait partie, et que pendant l'érosion de cette nappe, le cours d'eau attaquant nécessairement de préférence les parties les

1. Kilian. Réunion extraordinaire dans les Basses-Alpes. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 801, 805, 806, 814, 815.

plus affouillables, a dû déblayer le lit sur les points où les alluvions présentaient le maximum d'épaisseur. La partie la plus épaisse des anciennes nappes n'a été conservée que dans les rares circonstances où le creusement s'est effectué dans une direction très différente de celle suivie par le cours d'eau pendant le remblai (niveau de 100 m. de l'Isser) [1].

Sous cette réserve, et malgré le petit nombre des données, il est impossible de ne pas être frappé des analogies qui existent entre les épaisseurs des terrasses d'un même niveau appartenant à des bassins qui diffèrent cependant par tous leurs caractères (surface, volume et vitesse des eaux, nature des matériaux, présence ou absence de glaciers...). Le fait est surtout frappant pour la basse terrasse.

F. — Observations concernant la recherche et l'étude comparée des terrasses

Les considérations qui précèdent ne résolvent pas toutes les questions que peut soulever la formation des terrasses régulières dans l'hypothèse où je me suis placé ; quelques-unes exigeraient des développements incompatibles avec les limites imposées à cette note ; d'autres ne sont pas actuellement susceptibles d'une solution. Parmi ces questions, je citerai celle qui est relative à la perturbation exercée sur la formation des terrasses par l'interposition d'un lac ou d'une zone d'affaissement. Les anomalies que présentent les terrasses dans la Bresse, dans la plaine du Rhin entre Bâle et Bingen, dans celle de Münich, sont probablement liées à des phénomènes de cet ordre. J'y reviendrai peut-être un jour.

Quoi qu'il en soit, et malgré leurs lacunes, ces considérations pourront servir de guide dans les recherches ultérieures, et c'est pour ce motif que je crois utile d'en résumer brièvement les conséquences les plus intéressantes à ce point de vue.

1° La première chose à faire avant d'entreprendre l'étude des terrasses d'une vallée, est de déterminer très exactement le profil longitudinal du cours d'eau, surtout dans la partie où le profil d'équilibre est réalisé ou à peu près.

La connaissance de ce profil facilitera l'élimination des terrasses irrégulières : elle évitera de rechercher des terrasses régulières dans des régions où elles n'ont pas pu exister.

L'examen du terrain, la considération des épaisseurs permettront souvent de distinguer les fausses terrasses.

1. Voir ma note sur l'Isser, p. 274, fig. 5 et planche III.

2° Dans l'étude de détail, on devra tout d'abord faire abstraction des limons, à moins qu'ils ne soient le produit du régime normal et permanent du cours d'eau. On déterminera ensuite le niveau le plus élevé atteint par les cailloutis, en ne perdant pas de vue que près des pentes et au débouché des ravins latéraux, ce niveau peut être considérablement relevé par les apports de toute nature.

L'emboîtement de certaines terrasses rendra très difficile la distinction des niveaux, surtout quand la dénudation a effacé les formes caractéristiques. Il peut dans ce dernier cas occasionner des mélanges et des superpositions anormales de faunes, dont il est indispensable de tenir compte.

Les cailloutis les plus anciens sont toujours ravinés et dénudés, et comme ils ont eu une épaisseur considérable, les lambeaux d'une même nappe se montrent souvent à des altitudes très différentes. L'altitude primitive ne pourra dans ce cas être retrouvée que par la comparaison des altitudes d'un grand nombre de lambeaux. On pourra parfois reconnaître les niveaux en se plaçant à une certaine distance en face et en se guidant sur les formes générales du terrain, comme l'a indiqué du Pasquier ; j'ai apprécié dans la Moselle et dans l'Isser la justesse de cette observation. La connaissance des variations que présente la composition des nappes alluviales dans le sens vertical, sera dans bien des cas d'un grand secours (Rhin, Doubs).

La détermination des altitudes relatives devra être faite aussi exactement que possible, une erreur de quelques mètres pouvant fausser les résultats, en raison de la faiblesse des intervalles qui séparent les terrasses. Il serait imprudent de compter sur le baromètre, à moins de répéter *8 à 10 fois* les mêmes opérations dans des circonstances différentes de température et de pression, ainsi que je l'ai fait dans les Vosges de 1877 à 1885, avant de pouvoir utiliser les levers de précision. On ne devra pas perdre de vue que les altitudes relatives croissent de l'aval vers l'amont et d'autant plus rapidement que les terrasses sont plus anciennes et les pentes du thalweg plus rapides. Cette notion devra toujours être présente à l'esprit quand on cherchera à suivre les terrasses. L'examen de la nature et de l'état de conservation des cailloutis pourra faciliter cette dernière opération. Les géologues suisses nous ont donné dans cet ordre d'idées un exemple qu'il serait désirable de voir imiter en France où l'on affecte trop souvent de laisser systématiquement de côté tout ce qui concerne la distribution des roches dans les terrasses et les dépôts erratiques. Je

ferai toutefois remarquer, à cette occasion, que les faits observés dans la Moselle prouvent que les données déduites de l'altération plus ou moins grande des galets n'ont qu'une valeur très relative, et ne doivent être interprétées qu'avec prudence.

3° Ce travail local terminé, si l'on veut procéder à la comparaison des terrasses observées avec celles d'un autre bassin, on devra tout d'abord, s'il y a eu des déplacements horizontaux du niveau de base, rapporter toutes les altitudes relatives à une même position de ce niveau, opération délicate pour laquelle la connaissance des anciennes plages pourra fournir d'utiles indications.

Les comparaisons ne devront porter que sur des régions où les pentes des thalwegs actuels sont comparables, et où l'on peut admettre que l'évolution du profil longitudinal a été sensiblement la même. Il serait illogique, en effet, de comparer *à priori* les terrasses de vallées à pentes faibles avec celles de vallées à pentes relativement fortes. En principe, il sera préférable de limiter les comparaisons à des régions où les pentes actuelles sont *également faibles*.

Dans tous les cas, on devra attacher plus d'importance au nombre des niveaux de cailloutis existant dans une zone d'altitude donnée et à leurs intervalles, qu'à la concordance rigoureuse des altitudes relatives.

II. — Objections que soulève la théorie de l'origine glaciaire des terrasses et de la formation du complexe glaciaire

Dans les conclusions du chapitre IV, je me suis contenté de faire remarquer que la concordance des systèmes de terrasses dans les quatre bassins étudiés, excluait la possibilité de leur formation par l'action d'une cause commune agissant à l'amont, ce qui conduisait à écarter l'hypothèse de l'intervention des glaciers.

Il me reste à montrer que cette hypothèse telle qu'elle a été présentée par ses auteurs, soulève des objections nombreuses qui, *en dehors de toute autre considération*, suffiraient pour en justifier le rejet.

Dans cette hypothèse, dont je rappelle sommairement les données essentielles, la formation des terrasses est liée exclusivement à la présence des glaciers et aux grandes oscillations de leur extrémité aval[1]. A chaque glaciation, quelle qu'en soit la cause,

1. Consulter les ouvrages déjà cités de du Pasquier et le Système glaciaire des Alpes, de Penck, du Pasquier et Brückner.

les glaciers s'avancent dans les vallées préexistantes, précédés d'un comblement fluvial, formé de *l'excédent* des matériaux fournis aux rivières par le véhicule glaciaire [1]. A chaque phase d'arrêt correspond un complexe glaciaire et fluvio-glaciaire de moraines et d'alluvions formant un tout contemporain de genèse indissoluble [2].

Ce complexe quand il est intact, comme c'est souvent le cas pour les moraines internes, comprend un amphithéâtre morainique avec sa dépression centrale, et un cône de déjection partant des moraines (cône de transition), à un niveau *beaucoup plus élevé* que le fond de la dépression centrale et servant de nappe de raccordement avec les vastes plaines ou terrasses régulières qui s'étendent au loin vers l'aval.

Pendant la phase de retraite des glaciers en amont des moraines terminales, le matériel charrié s'est déposé dans la dépression centrale, c'est-à-dire en contrebas des terrasses extérieures, et les cours d'eau ainsi déchargés ont commencé au sein des moraines et des terrasses extérieures, leur travail d'érosion. Ce phénomène s'est renouvelé autant de fois qu'il y a eu de glaciations. L'idée d'une variation de la ligne de rivage doit être écartée : elle n'est justifiée par aucun fait ; elle est même en opposition avec les faits [3].

La théorie de l'origine glaciaire des terrasses est, on le voit, tout l'opposé de celle à laquelle nous a conduit l'étude comparée de ces mêmes terrasses dans divers bassins. Tandis que dans la première, la cause de la formation des terrasses doit être cherchée vers la tête des vallées, et est liée à la présence des glaciers, dans la seconde la cause a agi exclusivement à l'extrémité aval des vallées et ne peut être que l'oscillation du niveau de base.

Je vais exposer aussi brièvement que possible les observations que suggère l'examen de cette doctrine.

1re observation. — Dans la théorie glaciaire, le remblai des vallées est la conséquence de la progression des glaciers, le creusement du remblai et même du substratum est lié à leur recul. Or, les faits actuellement observables sont en contradiction avec le principe même de cette double connexion.

Dans les hautes régions alpines, on peut constater à chaque pas que les apports des plus modestes torrents sont presque toujours

1. du Pasquier. *Les all. glaciaires*, p. 56.
2. Système glaciaire, p. 12.
3. du Pasquier. *Die fluvioglacialen...*, p. 59 et seq. — *Les all. glac.*, p. 57.

au moins aussi considérables, sinon plus, que les moraines des plus grands glaciers, malgré l'extrême disproportion des bassins d'alimentation, et je ne crois pas qu'il existe dans les Alpes beaucoup de moraines dont la puissance puisse être comparée aux cônes de déjection des grands torrents des Alpes françaises, tels que ceux de Boscodon, de Rioubourdoux, de Baudon, des Vachères, de Manival [1], etc. Il est donc difficile, quand on réfléchit aux circonstances dans lesquelles se produisent les affouillements des bassins de réception des torrents, de ne pas admettre que si ceux-ci étaient remplis de glace, l'alimentation des cônes de déjection serait sinon supprimée, du moins extrêmement réduite.

D'autre part, la majeure partie des matériaux transportés par les glaciers, est empruntée aux éboulis qui s'accumulent sur les pentes encaissantes, sous l'influence des agents atmosphériques; la présence d'une couverture de glace en limitant la formation de ces éboulis doit nécessairement réduire en même temps l'importance des moraines qu'ils alimentent.

Il résulte de ces deux données que les glaciers et leurs névés doivent être considérés plutôt comme des agents protecteurs du sol qu'ils recouvrent que comme des agents d'érosion, et que le résultat immédiat de leur extension doit être de diminuer la quantité totale des débris susceptibles d'être charriés. L'alimentation en matériaux de toutes grosseurs, des rivières issues de ces glaciers (à l'exception peut-être de la boue glaciaire), doit donc aller en diminuant pendant la progression des glaces et en augmentant pendant leur retraite, et il est dès lors absolument illogique de faire dépendre la formation du remblai de cette progression et son creusement, de cette retraite.

Pour échapper à cette contradiction, les auteurs de la théorie glaciaire ont, fort habilement, imaginé de faire intervenir la dépression centrale, et supposé qu'au début de la retraite, les matériaux se déposant dans cette dépression ne pouvaient plus atteindre le cône de transition et le niveau supérieur des terrasses. Les eaux *débarrassées des matériaux* qu'elles charriaient devaient donc nécessairement creuser la barrière formée par la moraine terminale et la nappe alluviale.

Il me suffira, je crois, de faire remarquer qu'en raison de la très faible capacité de la dépression centrale, son comblement n'a pas pu exiger un temps bien considérable, et que cette opération aussitôt terminée, les eaux *surchargées de nouveau* de *maté-*

1. Les déjections du Boscodon (Hautes-Alpes) s'élèvent à 73 m. 20, et la largeur du lit est de 3,330 m. (Surell).

riaux, ont dû cesser de creuser et ont recommencé à alluvionner comme auparavant. Il n'est, en outre, nullement évident que le creusement du barrage morainique ait pu atteindre pendant ce comblement une profondeur notable, puisque les eaux le franchissaient sans vitesse.

Ainsi, non seulement le creusement des nappes alluviales n'apparaît pas comme la conséquence nécessaire de la retraite des glaciers, mais l'on serait plutôt conduit à considérer cette retraite comme une nouvelle cause de remblai.

Enfin, il convient de noter que dans la théorie glaciaire, les nappes alluviales correspondant aux glaciations successives, et par suite les terrasses qui en dérivent, devraient toutes converger vers l'embouchure, puisque le niveau de base est supposé invariable. Or cette convergence ne se manifeste certainement pas dans le Rhône, car il existe à l'embouchure, ou à peu de distance en amont, plusieurs niveaux de cailloutis dont le plus élevé d'après la carte géologique, est encore à 145 m. au-dessus du Rhône, sur le parallèle d'Avignon.

2me observation. — Le mode de formation de la dépression centrale soulève également de sérieuses objections. Il n'existe aucun fait qui autorise, par analogie, à supposer que les anciens glaciers ont été capables d'édifier à leur extrémité terminale, des barrages continus élevés de 50 à 60 m. au-dessus de leur fond ; les moraines terminales des glaciers actuels sont, en effet, toujours largement éventrées vis-à-vis du débouché du torrent sous-glaciaire. Or, dans les anciens glaciers, le volume des eaux de fusion a dû être bien plus considérable que dans les glaciers actuels, comme le prouvent les faits observés au Groënland, et comme l'admet d'ailleurs du Pasquier. D'autre part, la masse de matériaux charriés a été d'autant plus faible que le glacier approchait davantage de son maximum ; enfin, l'accumulation de ces matériaux sur le front du glacier, non seulement n'est pas instantanée, mais est au contraire très lente, tandis que l'écoulement des eaux de fusion est continu. Pour ces diverses raisons, il est bien difficile d'admettre que les torrents issus des anciens glaciers n'aient pas été capables de maintenir la liberté de leur chenal et d'empêcher la formation d'un barrage transversal continu.

Du Pasquier qui a sans doute entrevu l'objection, a cherché à expliquer l'édification du barrage et en même temps celle du cône de transition, en supposant que l'eau de fusion s'échappait de la base du glacier sous la forme d'une multitude de petits filets et

non en une masse unique. Il est possible qu'un phénomène de ce genre puisse se produire sur un plateau, mais il ne se produira certainement pas dans une vallée plus ou moins encaissée, comme celle de l'Aar, de la Reuss, de l'Isère ou du Rhône. Les lois du mouvement des glaciers sont celles de l'eau, et, par suite, le profil du lit sous-glaciaire, sauf dans le cas où le glacier coule sur un cône de déjection, doit nécessairement être concave. Les eaux de fusion se rassembleront donc dans la partie la plus basse du profil transversal et formeront un cours d'eau unique. L'hypothèse de du Pasquier semble n'être qu'une réédition de la théorie du *rouleau compresseur* de Hogard, au moyen de laquelle ce géologue, assimilant la marche des glaciers à celle d'un *cylindre*, expliquait le nivellement longitudinal et transversal des nappes alluviales ; elle est comme cette dernière en contradiction complète avec les lois expérimentales du mouvement des glaciers, et doit par suite être rejetée.

3me observation. — Du Pasquier paraît avoir attaché une grande importance à l'existence d'un faciès *endogène* et d'un faciès *exogène* du phénomène des terrasses par rapport aux moraines [1]. Je me bornerai à faire remarquer que la disparition des terrasses régulières en amont des moraines s'explique d'une façon beaucoup plus simple dans la théorie que j'ai développée.

En effet : *a.* — Comme je l'ai montré plus haut, les terrasses régulières sont spéciales à la zone où le profil d'équilibre a été atteint ; elles ne la franchissent que rarement vers l'amont où l'on ne rencontre que des terrasses localisées et irrégulières ; *b.* — Les glaciers ne paraissent pas en général s'être beaucoup avancés sur la zone où le profil d'équilibre était atteint, sauf peut-être à l'époque de leur maximum d'extension ; par conséquent la plus grande partie de ces terrasses régulières doit *normalement* se montrer à l'aval des moraines de la glaciation correspondante ; *c.* — Pendant leur recul, les glaciers ont dû raviner et détruire la majeure partie des terrasses régulières sur lesquelles ils avaient coulé et après leur départ définitif, la dénudation dont les effets sont d'autant plus grands que l'on se rapproche davantage des régions montagneuses, a achevé leur œuvre.

4me observation. — Ainsi que l'a fait remarquer M. de Lapparent [2], le phénomène des terrasses ne peut être une conséquence exclusive du régime glaciaire, puisque nous retrouvons des sys-

1. du Pasquier. *All. glaciaires*, p. 52.
2. de Lapparent. *Traité de géologie*, 4e édit., p. 1633.

tèmes de terrasses dans des vallées comme celle de la Somme, où il n'y a jamais eu de glaciers. Les faits observés dans l'Isser sont encore plus concluants, puisqu'à l'embouchure, les terrasses et les plages sont en connexion intime. Il y aurait donc eu, dans des bassins très voisins, des systèmes de terrasses formés les uns par l'intervention exclusive des glaciers, les autres sous l'empire de conditions absolument différentes : ce qui est bien improbable.

5me observation. — La concordance des épaisseurs est une objection non moins grave. Les données que j'ai citées plus haut montrent, en effet, que l'épaisseur de terrasses de même altitude relative et que l'on peut considérer comme synchroniques est indépendante de l'importance des massifs. Dans la théorie glaciaire cette épaisseur devrait au contraire être proportionnelle à cette importance.

6me observation. — Il ne paraîtra peut-être pas hors de propos, de rappeler ici que la région en amont et en aval du barrage de Noir-Gueux qui représente *au point de vue topographique* un appareil glaciaire complet, a été cependant exclusivement façonnée par les eaux, sans aucune intervention de la glace.

On voit, en résumé, que non seulement la théorie de l'origine glaciaire des nappes alluviales et des terrasses est contredite par les faits exposés dans ce mémoire, mais que le mécanisme même de leur formation soulève de sérieuses objections. Elle doit donc être complètement rejetée.

Faut-il en conclure qu'il n'existe aucun lien, même indirect, entre la marche des glaciers et la formation des nappes alluviales et des terrasses ? Je ne le pense pas, et je crois même que d'après les rapports d'âge et de position qui semblent exister entre les glaciations et certaines terrasses, on est dans une certaine mesure autorisé à admettre l'existence de ce lien comme probable.

Sa nature me paraît pouvoir être déduite des considérations ci-après : Les mouvements positifs en étendant le domaine maritime, les mouvements négatifs en le restreignant, doivent nécessairement amener des modifications dans le climat, modifications très faibles sans doute, mais dont l'effet sur les glaciers peut devenir considérable si la durée du phénomène est suffisamment prolongée. L'influence des mouvements négatifs est encore accrue par l'affaissement de la nappe de glace consécutif du creusement de la vallée : il suffit pour se rendre compte de la valeur de cette influence de remarquer qu'après la formation de la nappe de

130-150 m., il y a eu antérieurement à la haute terrasse un creusement de 90 m. dans la zone du profil d'équilibre. J'ajouterai que quelques géologues ont reconnu implicitement la connexion entre les oscillations du niveau de base et les mouvements des glaciers en faisant coïncider une partie de leurs périodes interglaciaires avec des émersions [1].

On peut donc admettre comme vraisemblable que les mouvements positifs ont en principe provoqué la progression des glaciers et que les mouvements négatifs ont au contraire déterminé leur retraite, et conclure par conséquent que, comme dans la théorie glaciaire, la progression des glaciers a coïncidé avec la formation des nappes alluviales et leur retraite avec le creusement de ces nappes. Mais, tandis que dans la théorie glaciaire, c'est la marche du glacier qui provoque suivant son sens le remblai ou le creusement, dans l'hypothèse où je me suis placé, c'est l'oscillation du niveau de base qui règle le sens de cette marche, en provoquant en même temps le remblai ou l'érosion. Il n'y a donc pas de lien direct de cause à effet, entre la formation des nappes alluviales et des terrasses et les mouvements des glaciers, mais seulement un lien indirect, dû à ce que ces divers phénomènes sont sous la dépendance d'une même cause, l'oscillation du niveau de base.

En partant de ces données et en appliquant aux glaciers les lois qui régissent l'évolution des cours d'eau, je me suis assuré qu'il était facile de donner une explication rationnelle et simple des particularités observées au contact des glaciers de la dernière extension et de la terrasse basse, et notamment de la formation du complexe glaciaire. Mais cette explication m'entraînerait en dehors du cadre et des limites imposées à cette note et il me paraît préférable de l'ajourner pour le moment.

Quoi qu'il en soit, on peut, semble-t-il, concevoir ainsi qu'il suit la marche des phénomènes glaciaires dans les Alpes occidentales. La surrection des grands massifs montagneux à la fin du Pliocène marin et les conditions climatériques résultant de la position élevée du niveau de base, expliquent l'apparition et l'invasion des glaciers alpins. Si le niveau de base était resté invariable, ces glaciers auraient progressé d'une façon plus ou moins continue jusqu'à un *maximum* correspondant à l'état d'équilibre entre les causes favorables à l'extension et les causes opposées, et ils s'y seraient maintenus. Mais les oscillations du niveau de base ont, à deux reprises, interrompu la continuité de cette progression et

1. Voir J. Geikie. *The great ice age*, 3e edit., p. 607 et seq.

déterminé de grandes oscillations dans la masse glacée (glaciations des niveaux de 200-230 m. et de 130-150 m.).

Le grand mouvement négatif qui a suivi le *maximum* d'extension (glaciation de la haute terrasse), a définitivement rompu l'équilibre entre les causes d'extension et les causes opposées, au profit de ces dernières, et la retraite générale des glaciers a commencé, interrompue seulement par des poussées en avant dues aux mouvements positifs qui ont amené la formation des nappes de la moyenne et de la basse terrasse.

Résumé final

Ce long mémoire peut se résumer en quelques lignes. L'étude comparée des systèmes de terrasses de l'Isser, de la Moselle, du Rhin à Bâle et du Rhône à Valence, démontre que ces systèmes, abstraction faite du niveau le plus élevé, sont presque identiques et superposables. On retrouve partout, dans une zone de 200 m. d'altitude environ au-dessus des thalwegs, six niveaux de cailloutis, séparés par les mêmes intervalles dans les différentes vallées, et si l'on tient compte de l'état actuel du profil d'équilibre, on constate que les altitudes relatives sont partout les mêmes.

Ces faits ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que les nappes alluviales et les terrasses se sont formées sous l'influence d'oscillations *eustatiques*, à résultante négative, qui ont affecté de la même façon les niveaux de base et ont déterminé dans les vallées étudiées des alternatives d'érosion et de remblai, qui ont peu à peu amené celles-ci à leur état actuel. Les mouvements positifs ont été très lents ; les mouvements négatifs paraissent n'avoir été ni instantanés, ni même très rapides.

Réciproquement, en admettant la réalité de ces oscillations, il est facile d'expliquer et de prévoir la plupart des particularités que présentent la formation et la distribution de terrasses.

On est ainsi conduit à rejeter la théorie qui fait dépendre la formation des nappes alluviales et des terrasses des oscillations des glaciers.

Enfin, les alternatives de creusement et de remblai qui ont déterminé la formation des vallées, ne peuvent se concevoir qu'en admettant qu'une période de temps d'une durée extrêmement considérable nous sépare de l'époque où ont apparu les cailloutis du niveau le plus élevé.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION 297
CHAPITRE I. — *Résumé des faits observés dans l'Isser*. 297
CHAPITRE II. — *Examen des difficultés que soulève la comparaison des résultats obtenus dans l'Isser avec les observations similaires faites dans d'autres régions*. 304
1° Impossibilité d'utiliser actuellement les matériaux fournis par l'étude des anciennes plages. . 305
2° Difficultés de l'étude comparée des anciennes terrasses fluviales. 308
CHAPITRE III. — *Etude des terrasses de la Moselle, du Rhin et du Rhône*. 310
I. — Vallée de la Moselle. 310
II. — Vallée du Rhin près de Bâle. 336
III. — Vallée du Rhône près de Valence. 339
CHAPITRE IV. — *Comparaison des résultats et conclusions*. 343
CHAPITRE V. — *Considérations théoriques sur la formation des terrasses et leurs relations avec les glaciers*. 355
I — MÉCANISME DE LA FORMATION DES TERRASSES. . 358
A. — Les oscillations du niveau de base sont exclusivement verticales. 358
B. — Le niveau de base ne subit que des déplacements horizontaux 366
C. — Le niveau de base se déplace à la fois verticalement et horizontalement. 367
D. — Nécessité d'éliminer de la série des terrasses régulières certaines formes dont l'origine est toute différente. 369
E. — Loi relative à l'épaisseur des terrasses régulières. 371
F. — Observations concernant la recherche et l'étude comparée des terrasses. 373
II. — OBJECTIONS QUE SOULÈVE LA THÉORIE DE L'ORIGINE GLACIAIRE DES TERRASSES ET DE LA FORMATION DU COMPLEXE GLACIAIRE 375
RÉSUMÉ FINAL. 382

A la suite de cette communication, M. E. **Haug** présente les observations suivantes : Les résultats théoriques de l'importante communication du colonel de Lamothe sont la conclusion logique du beau travail sur les terrasses de l'Isser qui a paru il y a deux ans dans notre Bulletin. Un grand nombre de lecteurs de ce travail avait certainement conclu dans le même sens et M. Kilian en particulier a appliqué aux vallées alpines la théorie des creusements successifs à la suite de changements successifs dans le niveau

de base. [1] En ce qui me concerne, j'ai également envisagé la possibilité de cette interprétation des terrasses [2], mais les faits que l'on observe dans les vallées de plusieurs cours d'eau alpins m'ont convaincu du danger qu'il y aurait à la généraliser. Si l'on suit les terrasses en aval, on constate que leurs différences d'altitude s'atténuent graduellement, en même temps qu'elles se rapprochent du thalweg actuel. Finalement les nappes de galets correspondant à chacune d'elles se trouvent au-dessous des actuelles et elles sont superposées en succession normale, au lieu d'être « emboîtées » comme précédemment. Sur les côtes septentrionales de la Méditerranée on cherche en vain des « plages soulevées » qui se raccorderaient avec les terrasses du Rhône et de la Durance. La meilleure interprétation des terrasses des vallées me paraît toujours être celle qui admet des alternances périodiques d'alluvionnement et de creusement dues à des variations météorologiques, qui elles-mêmes ont déterminé une succession de périodes glaciaires et interglaciaires. Dans tous les cas les observations si précises du colonel de Lamothe fourniront une base précieuse à toutes les discussions ultérieures du problème des terrasses et il serait à souhaiter que des travaux analogues fussent entrepris dans toutes les grandes vallées de l'Europe occidentale.

M. G. **Dollfus** croit qu'on peut faire des objections importantes à la théorie de M. de Lamothe. Il ne peut séparer les périodes de creusement des périodes de dépôt, ce sont deux aspects du même phénomène. Il a fallu pour les uns, comme pour les autres, un volume d'eau considérable, équivalent. Pour les terrasses quaternaires de la vallée de la Seine, il ne lui a pas été possible de relever de niveaux constants; les graviers s'élèvent généralement jusqu'à une trentaine de mètres au-dessus du fleuve, plus haut et brusquement il n'existe plus de trace de creusement violent. Les fleuves torrentiels pleistocènes arrachaient en certains points de leurs berges des débris qu'ils allaient déposer en aval, et en des points où la rapidité de leur cours était momentanément ou localement moins grande; ces débris étaient vingt fois repris et redéposés avant d'atteindre le niveau de repos de base. Il n'y a aucune apparence de mouvements périodiques.

1. W. Kilian. Observations à la suite d'une note de M. Fr. Arnaud. *Bull. Soc. dauphin. d'ethnol. et d'anthropol.*, t. VI, n° 2, p. 191, 1898. — Id. Note sur le « surcreusement » des vallées alpines. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 1004-1005, 1900.

2. Art. Quaternaire, Grande Encyclopédie, t. XXVII, p. 1109.

NOUVEAUX DOCUMENTS RELATIFS

A LA

GÉOLOGIE DES ALPES FRANÇAISES

par MM. **W. KILIAN** et **P. TERMIER.**

A. — Sur quelques roches nouvelles ou peu connues des Alpes françaises.
B. — Matériaux pour l'étude des gabbros et de leur cortège de schistes cristallins dans le Queyras et le Briançonnais.
C. — Contributions à la connaissance des « schistes lustrés » du Briançonnais et du Queyras.
D. — Sur quelques schistes cristallins de la zone du Piémont.

Plus de dix années d'explorations dans les Alpes françaises, durant lesquelles un grand nombre de courses communes et l'habitude que nous avons prise de nous soumettre mutuellement les résultats de nos recherches nous ont facilité la solution de maints problèmes délicats, nous permettent aujourd'hui de livrer à la publicité, en notre nom commun, quelques documents qui ne rentrent que difficilement dans les mémoires que chacun de nous se propose de consacrer à des régions déterminées de la chaîne. Les détails stratigraphiques que l'on va lire sont généralement dus aux observations de M. W. Kilian; tout ce qui concerne les descriptions pétrographiques et les conclusions qui dérivent de l'examen lithologique doit être attribué à M. P. Termier.

A. — Sur quelques roches nouvelles ou peu connues des Alpes françaises

1. — Andésite de Guillestre

Le long du torrent du Guil, en amont de Guillestre et en aval de la Maison du Roi, se montrent de grandes masses d'une roche éruptive dont l'existence a longtemps passé inaperçue. Ces affleurements attirent cependant l'attention du géologue par la teinte foncée qu'ils donnent aux parois rocheuses qui encaissent le cours d'eau en cet endroit. Cette gorge sombre et profonde est dominée de très haut par la route du Queyras.

Signalée pour la première fois par Ch. Lory, en 1883, dans une « Note sur deux faits nouveaux de la Géologie du Briançonnais », insérée dans le Bulletin de la Société géologique de France ([3], XII, p. 117), où le célèbre géologue alpin lui consacre quelques lignes, la roche de Guillestre a été sommairement décrite à ce moment, mais sans faire l'objet d'une diagnose détaillée; Lory se borne à constater qu'elle est inférieure aux quartzites triasiques et qu'elle constitue le noyau d'un pli anticlinal. Il la qualifie de « porphyre massif » et la rapproche du porphyre de la Windgaelle dans les Alpes suisses, tout en remarquant qu'elle « paraît présenter des caractères pétrographiques un peu différents » ; il la rapporte, comme cette dernière, à l'époque permienne. En 1891, l'un de nous [1] mentionna de nouveau cette roche, — dont des échantillons avaient été communiqués à M. Michel-Lévy qui y avait reconnu une *porphyrite*, — en ajoutant qu'elle ne traverse pas les quartzites du Trias inférieur et qu'on la retrouve en galets et en fragments dans la plupart des conglomérats permiens de la région (L'Argentière, etc).

Depuis lors, les environs de Guillestre ont fait l'objet [2] d'explorations détaillées qui ont mis en évidence la structure compliquée de cette région. Un profil parallèle au Guil, publié par l'un de nous dans le Bulletin du Service de la Carte géologique de France [2], montre la place qu'occupe la roche éruptive de Guillestre dans la série des assises : elle forme la partie *axiale* d'une voûte anticlinale qui ne permet pas de reconnaître son substratum, mais qui laisse voir, immédiatement au-dessus, les quartzites du Trias inférieur, surmontés eux-mêmes par toute la série sédimentaire au-dessus de laquelle réapparaissent une seconde fois, par l'effet d'un pli couché, à flanc inverse étiré, les calcaires du Trias de la montagne de Saphie, également reployés en voûte.

La roche *occupe donc le niveau du Permien ;* quoique la gorge du Guil ne montre pas les couches sur lesquelles elle repose, elle présente les allures d'une masse interstratifiée. L'épaisseur de la masse éruptive est de plus de 200 mètres. Quant aux galets qui se rencontrent à la base du Permien, un examen micrographique auquel les a soumis M. Termier, a montré qu'il s'agissait surtout de rhyolithes. Ajoutons que les environs de Guillestre appartien-

1. W. Kilian. Notes sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, etc. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 571, 1891.

2. W. Kilian. Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales. *B. S. C. G. F.*, n° 75, 1900.

nent à la portion occidentale de la zone du Briançonnais, dont toutes les assises ont le faciès caractéristique.

La roche de Guillestre se présente, *à l'œil nu*, sous deux aspects différents : tantôt elle est compacte, d'un vert foncé avec quelques cristaux de feldspath plus clairs ; tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, elle est d'un rouge violacé et montre, dans une pâte lie-de-vin, des cristaux, blanchâtres ou verdâtres, de feldspath, qui mesurent jusqu'à 3 et 4 millimètres de longueur. Les variétés lie-de-vin sont les mieux conservées. Quant aux échantillons verts, ils sont très altérés, souvent schisteux et presque méconnaissables.

Au microscope, les échantillons lie-de-vin montrent les éléments suivants :

De grands cristaux de feldspath, formant environ le tiers de la masse totale de la roche, bien idiomorphes, mâclés, criblés de petites inclusions de kaolin, de chlorite, et présentant les caractères d'une oligoclase-albite ;

Des prismes courts et trapus *d'apatite rouge polychroïque* ;

De nombreuses sections d'un minéral magnésien (probablement hornblende) entièrement épigénisé par magnétite, chlorite, calcite, sphène, et peut-être aussi talc ou mica blanc ;

De nombreux grains de magnétite ;

Enfin une pâte holocristalline très chargée d'oligiste en fibrilles ténues et formée, pour le surplus, d'un feutrage feldspathique dont l'analyse optique n'est pas possible.

La composition chimique est la suivante (analyse d'un échantillon lie-de-vin, par M. Pisani) :

SiO^2	58,50
Al^2O^3	19,80
Fe^2O^3	3,01
FeO	1,41
MgO	4,15
CaO	3,15
K^2O	1,00
Na^2O	6,80
H^2O	2,10
CO^2	0,40
Total	100,32

En comparant cette analyse aux résultats de l'étude micrographique, on voit que la composition minéralogique actuelle de la roche de Guillestre est très sensiblement la suivante :

65	°/. d'un feldspath oligoclase-albite à 12 An,
3	°/. oligiste et magnétite,
1	°/. calcite,
1	°/. sphène,
0,5	°/. apatite,
6	°/. orthose,
15	°/. chlorite,
2	°/. quartz libre,
6,5	°/. kaolin.
Total. . . .	100

La restauration de la roche est facile. On peut admettre qu'elle a perdu, par métasomatose, environ 10 °/₀ d'anorthite, le vide laissé par le dépôt de cette anorthite étant actuellement comblé par le kaolin, une partie de la chlorite et une partie de la calcite.

La roche originelle contenait ainsi environ 75 °/₀ de sa masse d'un feldspath triclinique (moyen) à 25 An, c'est-à-dire d'un oligoclase. C'était donc une *andésite relativement alcaline*, renfermant d'ailleurs un peu d'orthose, et voisine, par conséquent, des trachyandésites.

Ce nom d'*andésite* (rigoureusement synonyme de celui de *porphyrite* dont on s'est servi pour désigner la même roche) implique l'idée que la roche de Guillestre est une roche d'*épanchement*. C'est, en effet, l'hypothèse qui semble la plus plausible, d'après les caractères généraux et la structure.

Mais il peut se faire que ce gisement de Guillestre soit réellement laccolithique ; et dans ce cas le nom de *microdiorite* conviendrait mieux que celui d'andésite. Cette microdiorite serait intermédiaire entre les microsyénites de Puy-Saint-André et les roches basiques du Chardonnet et de Prelles ; mais elle s'en écarterait par beaucoup de caractères. Il convient d'indiquer ce rapprochement sans y insister davantage, et on peut considérer jusqu'à nouvel ordre la roche de Guillestre comme distincte des roches intrusives du Houiller briançonnais.

L'apatite rouge de l'andésite de Guillestre a fait l'objet d'une note spéciale de l'un de nous [1]. Cette apatite rappelle, par la plupart de ses propriétés les apatites *cérifères* de Norwège, signalées par M. Brögger.

1. P. Termier. *Bull. Soc. franç. de Minéralogie*, t. XXIII, p. 48.

2. — Nouveaux gisements de microdiorite

Il convient de signaler la découverte de nouveaux affleurements de microdiorite au col du Raisin et près du col de Buffère, dans le bassin de la Guisanne, ainsi qu'au nord-est de Réotier, sur la rive droite de la Durance.

Ce dernier gisement, *le plus méridional de tous ceux qui ont été découverts* jusqu'à présent, est situé sur la limite occidentale de la zone du Briançonnais, dans une bande anticlinale houillère appartenant à un faisceau de plis qui va s'enfoncer sous le Flysch au Plan-de-Phazy après avoir fait apparaître un noyau de granite (type Pelvoux). Située plus à l'est et absolument distincte du gisement de roches vertes de Réotier dont nous avons parlé dans des notes précédentes [1], la microdiorite que nous signalons ici affleure non loin de la crête de la montagne qui longe la rive droite de la Durance, à peu près en face de la gare de Montdauphin et au nord-est du pont du chemin de fer. Elle est interstratifiée dans les grès houillers. L'identité de cette roche avec celles qui abondent dans le Houiller des environs de Briançon [2], mérite d'être soulignée, car elle est ici très voisine d'un pointement de granite du type Pelvoux, *dont on ne peut tectoniquement la séparer.*

Voici les diagnoses de ces roches :

Roche éruptive verte, entre Réotier et Champcella (préparation N° 574) [3]. — Microdiorite (indubitablement), dont les grands feldspaths sont kaolinisés et dont la hornblende est entièrement transformée en chlorite. La pâte est formée de petits cristaux feldspathiques et d'assez nombreux grains de quartz.

Roche éruptive du col du Raisin (préparations N°s 1-11). — Microdiorite, type relativement basique, analogue, sinon identique, à celui de Chardonnet. Affleure en massifs interstratifiés de 5 à 20 m. d'épaisseur; on y a exploité de la galène.

1. Kilian et Termier. Sur quelques roches éruptives des Alpes françaises. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 395. — Id. Note sur deux types pétrographiques, etc. *Id.*, (3), XXVI, p. 357.

2. Termier et Kilian. Contributions à l'étude des microdiorites du Briançonnais. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, p. 348. — Termier. Sur le rattachement à une souche commune des roches intrusives du Houiller briançonnais. *Ibid.*, (4), I, p 157. 1901.

3. Les numéros mentionnés entre parenthèses se rapportent aux préparations et aux échantillons conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble.

Roche éruptive du fond du cirque du Raisin (préparations Nos 15 et 16). — Microdiorite du même type, mais ici la roche est très altérée.

Microdiorite du col du Raisin (préparations Nos 223-224). — Même type.

Microdiorite, entre Rochenoire et le col de Buffère (préparations Nos 29-31). — Même type que celui du Chardonnet, sans aucune particularité intéressante.

Roche interstratifiée dans le Houiller au nord-ouest du col de Buffère (préparations Nos 254 et 255). — Microdiorite du type du Chardonnet.

3. — Microgranite de Serre-Barbin

Cette roche est à peu près identique au microgranite des Gardéolles, près Briançon, décrit en 1899 par l'un de nous [1].

Dans cette localité de Serre-Barbin, située sur la rive gauche de la Guisanne, en aval des Guibertes, on observe, près d'une galerie de mines creusée pour la recherche du mispickel, quatre filons-couches de microgranite, épais de 1 à 5 mètres et inclinés vers le sud-est. Ces filons alternent régulièrement avec les bancs du terrain houiller. L'aspect de la roche est assez variable : on distingue des variétés euritiques et des variétés fibreuses, étirées par le dynamométamorphisme, qui *ont l'aspect de schistes quartziteux*. La couleur est d'un gris clair.

M. Termier a étudié plusieurs préparations du microgranite de Serre-Barbin ; voici le résultat de son examen :

Microgranite de Serre-Barbin (préparations Nos 17 à 23). — Grands cristaux de quartz, de mica noir entièrement chloritisé, de feldspath presque entièrement kaolinisé. Quelques sections feldspathiques montrent encore les caractères d'un plagioclase *très voisin de l'albite*, mais qui n'est probablement pas le plagioclase originel. Pâte excessivement fine, faite de quartz et d'orthose.

Quelques échantillons sont froissés et laminés avec large développement de mica blanc secondaire (à l'œil nu, aspect schistoïde et satiné).

1. Termier. Microgranites de la vallée de la Guisanne. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 399, 1899

4. — Brèches et gneiss du glaciaire de la Matheysine

Il existe non loin de la Mure (Isère), sur une langue de terre qui sépare le lac de Laffrey du lac de Petit-Chat, une série de gros blocs erratiques d'aspect bréchoïde et de provenance exacte inconnue, qu'il a semblé intéressant de soumettre à un examen approfondi. D'après la disposition générale des dépôts glaciaires dans la région des lacs [1], le glacier qui a pu amener ces blocs au point où on les trouve actuellement devait venir du nord (chaîne de Belledonne) et non, comme on le croyait, du sud (massif du Pelvoux).

Voici la diagnose de cette roche donnée par M. Termier :

Brèches dans le Glaciaire, entre Laffrey et Petit-Chat (préparation N° 617). — Débris et blocs d'une aplite d'un blanc rosé, très alcaline (albite et orthose), et peu quartzeuse, d'un type analogue à celui du Pelvoux. Le ciment est de la sidérose ou de la calcite englobant dans sa cristallisation d'innombrables débris plus petits et comme une poussière de la même roche et aussi de roches chloriteuses.

Ces brèches sont des remplissages de fentes, failles et filons ; on peut les observer en beaucoup de points du Pelvoux et des Grandes Rousses.

Sur le même plateau et dans la même traînée glaciaire, on trouve, près du lac Mort, des fragments de gneiss ; M. Termier en a fait l'examen micrographique, qui l'a conduit au résultat suivant :

Gneiss blanc, Glaciaire du lac Mort, laminé (préparation N° 623). — « Ce type m'est inconnu, et je ne pense pas qu'il provienne du massif du Pelvoux. »

B. — Matériaux pour l'étude des gabbros et de leur cortège de schistes cristallins dans le Queyras et dans le Briançonnais

L'étude approfondie que l'un de nous a faite d'une partie du Queyras, en vue de l'établissement des feuilles « Aiguilles » [2] et « Larche » de la Carte géologique détaillée de la France lui a fourni l'occasion de porter son attention sur les « roches vertes »

1. Voir à ce sujet : W. Kilian. *Bull. Serv. Carte géol. de Fr.*, N° 75 (1900).
2. W. Kilian. Feuille Aiguilles, in *C. R. des Collaborateurs. Bull. Serv. Carte géol. de France*, N° 63, tome X, 1898, p. 735 (avec figures).

qui forment une série de massifs aux environs d'Abriès et qui appartiennent toutes au groupe des gabbros.

Il lui a été possible d'observer ainsi une série de faits curieux qui peuvent se résumer comme suit :

a) Les gabbros, qui constituent ici des masses énormes (Pelvas, Punta Gastaldi, Viso, etc.) traversées de filonnets d'albite et d'épidote, sont intimement liés aux serpentines dont il est souvent impossible de les séparer sur la carte. Aux gabbros et à leurs variétés sont associés en outre des variolites, des diabases, des *ophites* et des schistes serpentineux.

b) Plusieurs des massifs de roches éruptives du Queyras ont une structure nettement *anticlinale* que le laminage de la roche éruptive rend très visible ; ce fait est particulièrement net dans la crête qui court de la brèche Bouchet au col de Malaure, et qui présente plusieurs plis isoclinaux de roches vertes au milieu des schistes lustrés (fig. 2).

Cette disposition a été figurée par l'un de nous en 1898.

c) La plupart de ces massifs, et notamment ceux dont la disposition anticlinale est visible, sont séparés des schistes lustrés environnants par une assise plus ou moins épaisse (3 à 20 mètres) de *marbres* tabulaires, parfois phylliteux (Pelvas, Bric-Bouchet, Médille, Taillante, col Agnel, Valante) qui est, ainsi que l'avait déjà remarqué Ch. Lory entre le col Vieux et la Chalp (ou l'Echalp), fréquemment coupée d'intercalations répétées et de filonnets de roches vertes [1] (fig. 1).

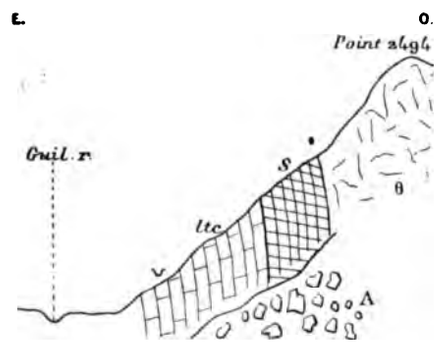


Fig. 1. — Coupe relevée au sud de l'Echalp (Queyras).

θ, Gabbros ; *s*, Serpentine ; *ltc*, Marbres cristallins avec intrusions de gabbros ; A, Eboulis ; *v*, Carrière de marbre.

Les *gabbros*, souvent totalement ou partiellement transformés en *serpentine*, forment donc une série de pointements anticlinaux, entourés de marbres phylliteux, au milieu des schistes lustrés. On remarque dans ces massifs les types suivants :

1. A la Taillante (près du lac Foréant) on observe plusieurs alternances de calcaires marbres et de gabbros laminés.

Fig. 2. — Succession observée entre le Bric-Bouchet et le col de Malaure, dans le Haut-Queyras (frontière italienne).
θ, Gabbros et serpentines ; *ltc*, Marbre tabulaire ; *lt*, Schistes lustrés ; E, Eboulis ; EM, Eboulis et moraine.

1) Euphotide à diallage généralement plus ou moins ouralitisé ou épigénisé (trémolite, bastite, glaucophane), avec chlorite, épidote, albite secondaire et quartz (Villanova) ;

2) Des roches schisteuses à zoïsite, sphène, actinote, chlorite, trémolite, glaucophane, séricite, épidote, parfois pyritifères (Bric-Bouchet), résultant de la transformation des gabbros ;

3) Micaschiste à épidote, zoïsite, sphène, chlorite, séricite, orthose et quartz, provenant probablement de la recristallisation d'une roche éruptive.

Les gabbros du Pelvas sont riches en filonnets de minéraux intéressants (anorthite, épidote, prehnite, zoïsite).

Au col Péas, M. Zürcher a récolté de la *serpentine* compacte vert pâle, translucide sur les bords, dont l'aspect rappelle la jadéite.

De ces observations, ainsi que de celles qui ont été faites au Mont-Genèvre (W. Kilian, *in C.-R. Ac. Sc.*, 5 juillet 1897), on peut conclure :

a) Que les roches basiques du Queyras et du Briançonnais sont *interstratifiées dans la partie inférieure des schistes lustrés* et ont été injectées dans certains bancs calcaires (marbres phylliteux) qui accompagnent ces schistes :

b) Que ces roches étaient déjà consolidées lorsqu'ont eu lieu les mouvements alpins qui ont plissé les nappes éruptives (ou les laccolithes), au même titre que les couches sédimentaires.

Ces faits sont très favorables à l'opinion des géologues qui considèrent comme provenant d'une venue mésozoïque les roches vertes du massif du Mont-Genèvre, du Viso et du Queyras ; mais ils pourraient toutefois se concilier sans grandes difficultés avec l'hypothèse de M. Steinmann, qui a émis l'idée que les éruptions semblables des Grisons dataient de l'époque éocène [1].

Ce que l'on peut affirmer néanmoins avec certitude, c'est que ces roches ne sont ni antérieures au Trias moyen, *ni postérieures à l'Eocène supérieur*, ce qu'atteste du reste nettement le fait que les micaschistes qui en dérivent par laminage (voir plus bas) *se rencontrent en galets, à l'état remanié*, dans les brèches du Flysch (Oligocène), en plusieurs points du Briançonnais ; elles sont *à fortiori* sûrement antérieures au principal plissement alpin.

Il est à remarquer que nulle part, dans les Alpes françaises, on ne connaît de filons qui puissent être considérés comme les cheminées d'émission de ces roches vertes.

1. STEINMANN. Geologische Beobachtungen in den Alpen. *Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B.* vol. X, N° 2, 1897.

Dans la portion du Briançonnais connue sous le nom de « massif du Mont-Genèvre » il existe également des affleurements assez étendus de gabbros connus depuis longtemps et de réputation classique. Quoique nous n'ayons rien d'important à ajouter à ce qui a été publié récemment sur les conditions de gisements et sur les relations des divers types éruptifs du Mont-Genèvre [1] — dont une monographie détaillée offrirait sans doute beaucoup d'intérêt, — on trouvera plus bas la description micrographique (faite par M. Termier) d'accidents intéressants de l'euphotide de ce massif, d'après des échantillons prélevés par l'un de nous (M. Kilian) sur des blocs erratiques, à 1 kilomètre environ à l'ouest de l'Hospice du Mont-Genèvre.

Voici les résultats de l'examen micrographique (fait par M. Termier) de quelques-uns des types dont il vient d'être question.

a. — Gabbros massifs

1. *Roche du mont Pelvas* [2] *(préparation N° 282).* — Gabbro décomposé (euphotide) (fig. 3).

A l'œil nu : roche à grands cristaux de diallage à reflets métalliques, se détachant sur un fond feldspathique vert clair.

Le microscope ne montre plus que quelques cristaux de diallage en voie d'ouralitisation (trémolite) et d'hydratation (bastite). La plus grande partie de la roche (jadis feldspathique), est devenue un fouillis de lamelles de chlorite et d'aiguilles de zoïsite. On

1. Cole et Gregory. The variolitic Rocks of Mont-Genèvre. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, mai 1890, t. XXI, p. 295. (La bibliographie antérieure du Mont-Genèvre se trouve très complètement indiquée dans cet ouvrage). — W. Kilian. Sur un gisement de syénite dans le massif du Mont-Genèvre. *C. R. Ac. Sc.*, 5 juillet 1897; *C. R. des Collaborateurs du Serv. de la Carte géol. de France pour 1900.* — P. Termier. Livret-Guide du Congrès géologique international, 1900. Excursion XIIIe.

2. Le mont Pelvas (Paravas des Italiens) ou Bric-d'Urine est entièrement constitué, dans ses parties hautes, par une euphotide à grands cristaux de feldspaths blancs et belles lamelles de bronzite. Cette roche passe, par places, à une serpentine foncée et à des schistes serpentineux avec amiante soyeuse. En d'autres points, on voit l'euphotide transformée en une roche schisteuse d'un vert clair. De nombreux filonnets d'anorthite, d'épidote et de zoïsite avec prehnite traversent la roche. Sur le flanc méridional, le gabbro est nettement séparé de la masse des schistes lustrés par une bande de marbres phylliteux; une bande identique apparaît au nord de Pelvas, sous les éboulis. Le laccolithe éruptif du Pelvas de structure très analogue à celui du Viso se continue sur territoire italien.

aperçoit entre ces aiguilles un fond d'albite secondaire. Çà et là, un peu de quartz secondaire.

La variété de *zoïsite* décrite en 1890 par M. Termier [1], sous le nom de *zoïsite sans dispersion*, est particulièrement fréquente dans les schistes provenant de la métasomatose des gabbros. On sait que cette zoïsite doit être appelée *zoïsite* β, et qu'elle diffère de la zoïsite classique (*zoïsite* α) par la position du plan des axes optiques et par le sens de la dispersion.

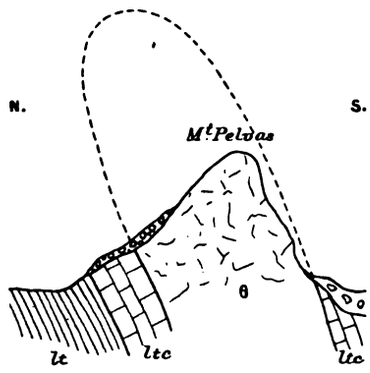


Fig. 3. — Coupe du mont Pelvas (versant nord).

θ, Gabbro et roches voisines (Prasinites, etc.) ; *ltc*, Marbres tabulaires ; *lt*, Schistes lustrés.

Il convient, du reste, d'ajouter que des filonnets, traversant les roches vertes du Pelvas, contiennent de la *prehnite* incolore, de la *zoïsite* [2] et de l'*épidote* en grosses baguettes, et de l'*albite* à 12 % An. en beaux et nombreux cristaux.

2. *Euphotide des blocs erratiques de Château-Queyras (préparation N° 260).* — Roche d'un vert foncé à grands cristaux bronzés et quelques cristaux feldspathiques blancs ; çà et là, des mouches de pyrite.

Au microscope, on reconnaît un gabbro décomposé : agrégat de grands cristaux de diallage partiellement épigénisés par du glaucophane. Interstices remplis par un agrégat pœcilitique de chlorite et d'épidote. Ces interstices correspondent vraisemblablement aux anciens feldspaths.

Les blocs qui ont fourni cette roche viennent très probablement du col de Péas.

3. *Euphotide altérée des blocs erratiques des environs de Guillestre (sortie du Queyras) (préparations N°s 556 et 254).* — Cette roche contient des enclaves assez volumineuses de glaucophanite formant des taches noires bien visibles sur les blocs erratiques (La Viste, près Guillestre).

1. Étude sur la constitution géolog. du massif de la Vanoise. *Bull. de la Carte géolog de la France*, N° 20, t. II, p. 398.

2. Ces minéraux ont été étudiés par M. Termier (*Bull. de la Soc. française de Minéralogie*, t. XXI et XXIII).

La roche elle-même est un agrégat grenu de diallage ouralitisé, saussurite, hornblende brune et pyrite, avec veines et nids irréguliers de serpentine. Épidote et produits fibreux de transformation. La serpentine a donné naissance à de nombreux cristaux de hornblende verte et à des aiguilles, parfois très longues, le plus souvent courtes et enchevêtrées, de trémolite.

4. *Roche recueillie à Saint-Véran (Queyras) (préparation N° 593).* — Euphotide décomposée : veinules de calcite entourant des noyaux de serpentine fibreuse ou colloïde.

Désignée dans le pays et exploitée comme marbre sous le nom d'Ophicalce.

5. *Parties noirâtres, adélogènes, formant des sortes d'enclaves au milieu de l'euphotide du Mont-Genèvre (préparations N°s 10, 17 et 20).* — Échantillons prélevés par M. Kilian sur un bloc erratique de gabbro à grands cristaux, à 1 kil. de l'Hospice, sur la route de Briançon.

Gabbroporphyrite, c'est-à-dire forme hypo-abyssique du gabbro. Roche formée d'une pâte microlitique feldspathique *arborisée* englobant de grands cristaux corrodés de plagioclase. La pâte est holocristalline. Les fins microlithes de feldspath (andésine) sont disposés en rosettes, sphérolites, dendrites, etc. Entre eux, s'observent des grains de zoïsite, plus rarement d'épidote, et d'autres de chlorite et de serpentine provenant les uns et les autres de la décomposition d'un pyroxène. Le plagioclase de première consolidation est en partie saussuritisé, c'est-à-dire épigénisé par la zoïsite et l'épidote : ce qui reste de matière feldspathique est du labrador relativement acide. Nombreux nids et nombreuses veinules d'épidote et de zoïsite. La plaque N° 20 montre de nombreux indices de laminage. Dans la même plaque, on voit une région où la pâte se serpentinise : elle est alors envahie par une matière fibreuse disposée en houppes, et qui est probablement du chrysotile.

6. *Même provenance (préparation N° 19).* — Type ophitique de la gabbroporphyrite. On dirait un diabase. Lamelles très aplaties de feldspath andésine (en voie de saussuritisation) cimentées par de vastes plages de diallage aux trois quarts serpentinisé. Nombreux nids d'épidote et de zoïsite.

7. *Même provenance (préparations N°s 16 et 21).* — *Roches serpentinisées et zéolithisées*, provenant sans doute de types analogues aux précédents. Une matière serpentineuse verdâtre, isotrope, parfois chargée de petits grains d'épidote, forme des sortes de len-

tilles, ou mieux des poupées aux contours arrondis. Ces poupées sont englobées dans un feutrage de zéolithes variées où apparaît parfois (plaque N° 16), comme un îlot, un témoin de la pâte à structure arborisée des roches précédentes. La plaque N° 21 montre des indices certains d'un violent laminage. Il y a de nombreux nids sphériques, remplis par de l'épidote et de la zoïsite.

8. *Même provenance (préparation N° 11).— Serpentine* isotrope renfermant des grains bruns de sphène et des grains noirs d'ilménite, et aussi des fragments anguleux de feldspath ayant échappé à la destruction générale. Grains d'épidote et de zoïsite. Veinules d'albite et d'épidote.

On a l'impression que ces préparations ont été prélevées non pas sur des *enclaves* de l'euphotide, mais sur une *forme de bordure* de cette même roche (« Grenzfacies »). Les structures porphyritiques et ophitiques sont tout à fait intéressantes et dans un état de conservation que l'on n'eût pas osé espérer.

a'. — Autres roches voisines des gabbros

9. *Roche du Chenaillet (préparation N° 575). — Diabase à structure sphérolitique.* Cette roche a la composition chimique d'un gabbro très feldspathique dont le pyroxène est entièrement chloritisé. Le feldspath actuel est de l'andésine, mais il y a très certainement un peu de décalcification.

10. *Roche du Chenaillet (préparation N° 582). — Diabase à ouralite.* Cette roche ne diffère de la précédente que par un grain plus gros, une structure enchevêtrée (et non sphérolitique), et une moindre décalcification. L'ouralite, qui épigénise le pyroxène originel, est elle-même en voie de transformation (chlorite).

Ces deux roches, en somme, se rattachent au même magma gabbroïque, dont elles représentent des *formes filoniennes ou hypo-abyssiques*.

b. — Gabbros schisteux et altérés

Les types granitoïdes massifs des gabbros dont nous venons de donner quelques diagnoses passent manifestement, en une foule de points, à des roches *laminées et schisteuses* [1], revêtant l'aspect

1. Les géologues italiens ont décrit en détails les types schisteux (serpentinoschistes, épidotites, zoïsitites, gastaldites, stéatitoschistes, prasinites, schistes lawsonitiques, amphibolites et chloritoschistes, etc., etc.) qui déri-

de schistes et de gneiss chloriteux, et dont l'examen microscopique seul permet de reconnaître la nature éruptive.

La série de ces roches comprend des types intéressants résultant, selon toute vraisemblance, de la transformation de gabbros et de roches éruptives basiques. Ils ressemblent à ceux que les géologues italiens ont décrits, sauf le n° 256 (de Bobbio), qui est remarquable comme roche à *zoïsite* β.

Il a semblé intéressant d'en étudier quelques échantillons collectionnés par l'un de nous (M. Kilian) et qui ont fourni à l'autre (M. Termier) les résultats suivants :

11. *Échantillon du mont Pelvas (préparation N° 283).*

A l'œil nu, cette roche ressemble à un quartzite verdâtre moucheté de blanc.

Au microscope : gabbro décomposé, renfermant encore beaucoup de diallage, épidote, zoïsite et chlorite envahissant tout le reste de la roche. Çà et là, un fond d'albite secondaire. La zoïsite est de la variété β.

12. *Roche du mont Pelvas, accompagnant les gabbros (préparation N° 273).*

A l'œil nu : roche d'un vert clair, à éléments non distincts, d'aspect fibreux.

Au microscope : roche schisteuse à chlorite, zoïsite et sphène. Un peu d'actinote.

Origine incertaine, probablement roche éruptive décomposée.

13. *Id. (préparation N° 273bis).* — Roche plus compacte, à grains très fins, formés de zoïsite, chlorite, actinote et sphène.

14. *Roche de Villanova (Piémont) (préparation N° 264).*

A l'œil nu : apparence d'un schiste chloriteux vert, moucheté de taches grisâtres.

Au microscope : roche à actinote, chlorite, zoïsite, épidote, albite et sphène.

Résulte de la transformation d'une roche basique.

La roche de Villanova est également associée à des serpentines et en relation avec les schistes lustrés.

15 *Echantillon de même provenance (Villanova) (préparation N° 264bis).* — Roche analogue et de même origine : grenat, chlorite,

vent par métamorphisme des roches vertes (gabbros et diabases) intercalées dans les schistes lustrés. Voir les travaux de MM. Novarese (*Boll. R. Com. geol.*, 1895, N° 2), Franchi, etc.

actinote, albite, quartz. La chlorite est ici notablement biréfringente.

Type intéressant ; sans doute gabbro transformé. Cette roche est d'un vert foncé et un peu schisteuse à l'œil nu.

17. *Roche associée aux gabbros du Bric-Bouchet (préparation N° 285).* — Fouillis d'aiguilles d'actinote, extrêmement fines, avec grains d'épidote très nombreux et quelques grains de sphène.

Probablement même origine que la suivante (N° 284).

18. *Roche du Bric-Bouchet (préparation N° 284).*

A l'œil nu : roche d'un vert foncé, à éléments peu distincts, légèrement schisteuse, avec filonnets d'un vert plus clair, jaunâtre.

Au microscope, on reconnaît : épidote, glaucophane, chlorite, un peu de sphène. Fond général d'albite secondaire. C'est probablement une roche éruptive basique, entièrement recristallisée.

19. *Echantillon recueilli en amont de Bobbio (Piémont) (préparation N° 256).* — Roche schisteuse formée, pour la plus grande partie, de zoïsite β et d'albite, avec un feutrage plus ou moins serré de lamelles de trémolite et une petite quantité de séricite. La zoïsite, qui est du type spécial dont il a été parlé plus haut, contient quelques grains de zoïsite ordinaire et des grains très rares d'épidote. L'albite est irrégulièrement répartie. C'est elle qui forme les taches blanches, bien visibles dans la cassure de la roche. La densité moyenne de la roche est d'environ 2.85. A remarquer l'absence absolue du quartz.

C'est un type très curieux de gabbro (ou de roche analogue *aux gabbros*) entièrement recristallisé.

20. *Roche recueillie au Bric-Bouchet*, accompagnant les gabbros (*préparation N° 279*). — Schiste soyeux, très gaufré, d'un blanc verdâtre luisant, au toucher gras.

Au microscope : schiste pyritifère à zones alternées de chlorite et de trémolite. Dans toutes les zones, traînées de petits sphènes. Dans les zones de trémolite, surtout dans leur partie médiane, il y a un feutrage de séricite.

Tous les cristaux sont excessivement fins. Ce type de roche verte est peu commun.

21. *Roche de même provenance* (*préparation N° 263*). — Serpentine d'un vert foncé ; provient sans doute de la transformation d'un gabbro.

22. *Echantillon de même origine* (*préparation N° 263bis*). — Roche à épidote, chlorite, albite et glaucophane.

23. *Roche verte recueillie dans le Glaciaire, près Virieu-le-Grand (Ain)* (*préparation N° 634*). — Roche entièrement transformée en un fouillis cristallisé de glaucophane, chlorite, zoïsite et sphène.

Provient sans nul doute du Permien métamorphique de la Haute-Maurienne ou de la Haute-Tarentaise, plus probablement de la Haute-Maurienne (Villarodin ou Entre-Deux-Eaux).

C'est un bon échantillon minéralogique de glaucophane et un bon échantillon pétrographique de *prasinite*.

24. *Schiste serpentineux de Combe-Brémond*, vallée de l'Ubaye (*Basses-Alpes*) (*préparation N° 592*). — Poussière de sphène et d'épidote et feutrage d'aiguilles orientées de mica blanc. Ces aiguilles sont excessivement fines. Peu de quartz visible, en plages très petites et très confuses.

Un peu (très peu) de serpentine. Schiste métamorphique associé aux schistes lustrés et aux serpentines.

***

Il convient d'étudier, à la suite des gabbros et de leurs modifications, des *micaschistes et des roches cristallines d'un type spécial* dont l'âge et la nature ont été pendant quelque temps un problème et dont les rapports avec les euphotides et les « roches vertes » n'ont été précisés que depuis peu. En 1898, l'un de nous (M. Kilian) découvrit à l'Alpet et près du col de la Lauze [1], au nord du col du Mont-Genèvre, des *schistes cristallins* d'une nature particulière, qu'il n'hésita pas à reconnaître comme étant identiques à une partie des roches dont M. Termier [2] avait, peu auparavant, signalé l'existence dans les massifs de l'Eychauda et de Serre-Chevalier, et que ce savant était porté à considérer comme des *micaschistes d'âge tertiaire*. Au col de la Lauze, ces schistes se montrent interstratifiés dans des schistes calcaires fort analogues aux schistes lustrés et accompagnés de marbres cristallins tabulaires et bleutés, identiques à ceux qui existaient dans le voisinage des affleurements de serpentines et de gabbros. A la suite de ces constatations, l'un de nous (M. Kilian) écrivait, en 1899 (Compte-Rendu des Collaborateurs in Bull. Serv. Carte géol. de France, N° 69, t. X, p. 105) : « Ce sont des amygdales de roches éruptives

1. *C. R. Ac. Sc.*, 7 nov. 1898.

2. Termier. Sur les terrains cristallins d'âge probablement tertiaire des montagnes de l'Eychauda, etc. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 572 (1895).

laminées, exactement comme le sont les intercalations de « roches vertes » (schistes à actinote, zoïsite, etc..., prasinites et amphibolites) du Queyras et du Piémont. Les masses éruptives existaient avant le plissement principal de la région et ce n'est que par le dynamométamorphisme qu'elles ont été transformées en schistes. »

Des schistes analogues se continuent dans le vallon de la Baisse [1] jusqu'au pied ouest du Chaberton, où ils constituent un bon type de prasinite. — Peu après, M. Kilian découvrit, au sud de Briançon (au col Tronchet et à Villargaudin) deux autres affleurements de ces micaschistes, toujours interstratifiés dans les schistes lustrés et en rapport avec des marbres cristallins. Au col Tronchet, les micaschistes *passent même par places à une véritable variolite* étirée dont la structure est encore bien reconnaissable.

On verra par les diagnoses qui suivent et qui sont dues à la compétence spéciale de M. Termier, que *l'examen microscopique a confirmé, en grande partie,* les conclusions énoncées plus haut par M. Kilian. L'identité des roches cristallines du col Tronchet et des roches cristallines du Mont-Genèvre peut être considérée comme prouvée ; les schistes cristallins de l'Alpet, du col Tronchet, de Prorel, de Serre-Chevalier [2], de l'Eychauda, sont de l'avis même de M. Termier, soit des schistes argileux métamorphisés par l'intrusion des gabbros, soit des gabbros recristallisés. Les gabbros ne sont abondants qu'au Mont-Genèvre, au Chaberton, et au col Tronchet ; dans les autres gisements cristallins, ils sont beaucoup plus rares, et, ce qui domine, c'est leur auréole, formée de schistes argileux modifiés et transformés en cornéennes (hornfels) par l'intrusion éruptive voisine, puis laminés après ledit métamorphisme.

Voici les diagnoses de quelques-unes de ces roches, établies par M. Termier :

25. *Roche dure d'aspect compact, associée aux micaschistes de l'Alpet (préparations N°s 237 à 244).* — C'est une cornéenne nettement orientée, schisteuse, à cassure esquilleuse et à esquilles translucides. Le microscope y montre des lits quartzeux, et d'autres quartzo-sériciteux ou quartzo-chloriteux, alternant ensemble. Le grain est très fin. Il n'y a plus de feldspath dans la roche ; mais

1. MM. Cole et Gregory avaient signalé, sous le nom de *Greenstone Schists,* des roches analogues affleurant dans le massif du Chaberton.

2. M. Termier a toutefois excepté de cette conclusion un lambeau de gneiss analogue aux gneiss de la Levanna qu'il considère comme antétriasique. Ce lambeau affleure à la montagne de Serre-Chevalier, à l'ouest de Briançon.

il se pourrait fort bien qu'une partie du mica blanc résultât de l'écrasement, du laminage et de la transformation chimique d'un feldspath alcalin originel. Il y a même des raisons pour qu'il en soit ainsi : Mais ces raisons ne sont pas décisives.

M. Termier ajoute : « Je ne crois pas qu'une semblable roche « ait jamais été une roche éruptive. Elle est trop quartzeuse pour « cela. Mais je crois qu'il faut l'attribuer à un schiste argileux « originel modifié et transformé en cornéenne (hornfels) par « l'intrusion voisine d'une roche éruptive (laquelle peut très bien « avoir été basique) puis laminé encore après ledit métamor- « phisme. »

26. *Roche verte, vallon de la Baisse, pied ouest de Chaberton (préparation N° 228).* — *Prasinite* à glaucophane. Agrégat schisteux, orienté, de glaucophane, épidote, chlorite, sphène, albite, quartz. Le grain est très fin.

Probablement gabbro laminé et recristallisé après *laminage*. Ce type est fréquent dans les *pietre verdi* italiennes. On le retrouve à la Vanoise, parmi les roches que j'ai (M. Termier) appelées amphibolites à glaucophane et glaucophanites. Ici nous avons un type parfait de *prasinite*.

27. *Micaschistes du col Tronchet (préparations Nos 229, 230, 231).* — Schistes à quartz, chlorite et mica blanc, largement cristallisé, sans feldspath. Ce type est banal. On le rencontre fréquemment à Serre-Chevalier. M. Termier ajoute : « C'est de ces « schistes là, ou de schistes analogues que je ne crois pas qu'on « puisse dire qu'ils ont été jadis des roches éruptives. Or ces « schistes forment la grande masse des lambeaux cristallins de « Serre-Chevalier et de l'Eychauda ; ceci vous explique que je me « sois élevé contre votre idée d'attribuer *tous* ces terrains cris- « tallins à des roches éruptives laminées. Mais je crois de plus « en plus que ce sont des schistes argileux rendus cristallins, « avant tout métamorphisme dynamique, par l'influence calori- « fique et chimique émanée d'une roche profonde. »

28. *Micaschiste du col Tronchet (préparations Nos 225, 226, 227).* — Même roche que ci-dessus, mais d'un grain plus fin, quartz, chlorite, séricite, petits sphènes, petits grains d'ilménite.

29. *Micaschistes de Villargaudin (préparations Nos 245 à 248).* — Schistes quartzo-sériciteux à grain très fin, sans chlorite ni feldspath (sauf de très petits et très rares grains d'albite). C'est le type le plus répandu dans le lambeau Prorel-Serre-Chevalier. On le retrouve dans tous les pays de micaschistes, quelle que soit l'origine

de la cristallinité : mais la ressemblance, quant à la structure, est surtout avec des cornéennes (hornkieselschiefer), sauf que dans les cornéennes classiques qui proviennent de l'influence du granite, le *mica noir* joue un rôle prépondérant.

« Il y a lieu d'insister sur la faible teneur de ces micaschistes en fer et magnésie. Ceci ne prouve point que la cristallinité ne soit pas attribuable à l'influence du gabbro. Il a pu n'y avoir ici qu'une influence calorifique, et d'ailleurs chacun sait que les roches basiques peuvent être accompagnées de fumerolles riches en silicium et en métaux alcalins. »

3o. *Variolite dans les micaschistes du col Tronchet.*

M. Termier écrit au sujet de cette roche : « Je ne doute pas qu'il ne s'agisse ici de la *variolite de la Durance ;* mais elle est fort altérée. C'est un agrégat confus de petits prismes d'épidote, de lamelles de chlorite et de grains de quartz entourant des globules presque entièrement quartzifères où l'on ne trouve rien du sphérolite originel, si ce n'est la forme sphérique.

« *L'échantillon n'en est pas moins intéressant. Il prouve, je crois, sans conteste possible, l'identité des roches cristallines du col Tronchet et des roches cristallines du Mont-Genèvre.*

« En rapprochant cette donnée de celles que j'ai déjà, j'arrive à cette idée que les schistes cristallins de l'Alpet, du col Tronchet, de Prorel, de Serre-Chevalier, de l'Eychauda sont, pour la plupart des schistes argileux métamorphisés par l'intrusion des gabbros. Le gabbro lui-même apparaîtrait au Mont-Genèvre, au Chaberton, au col Tronchet : dans les autres gisements cristallins, il serait beaucoup plus rare et ce que nous voyons ne serait guère que son auréole. »

C. — Contributions à la connaissance des schistes lustrés du Briançonnais et du Queyras

Les *schistes lustrés* (calcschistes, schistes calcaréo-talqueux) qui ont, dans les Alpes du Piémont, un développement si considérable, pénètrent sur le territoire français au Mont-Genèvre et dans le sud du Briançonnais, où ils occupent la plus grande partie du Haut-Queyras ; ils ont une teinte grisâtre, noirâtre, parfois brunâtre, un aspect à la fois fibreux et lustré, et se montrent formés d'une association de calcite et de quartz avec mica blanc, chlorite, ilménite, rutile, etc. De *petits bancs (dalles) de calcaires cristallins* noirâtres y sont intercalés à plusieurs niveaux. Leur épaisseur,

assurément énorme, semble plus considérable encore par suite de la structure isoclinale qui règne dans la région. — Ils renferment, près de Césanne, des bancs siliceux à Radiolaires et des schistes versicolores.

Il semble possible d'y distinguer deux subdivisions ; c'est ainsi que les *schistes lustrés du Gondran*, près Briançon, présentent, comme l'un de nous l'a signalé il y a quelques années déjà [1], *deux types* bien distincts, quoiqu'il soit presqu'impossible de les délimiter rigoureusement.

a) Des schistes calcaires, avec bancs de calcaires parfois siliceux, zones lie-de-vin et verdâtres, rappelant les schistes lustrés de Césanne avec leurs accidents siliceux à Radiolaires.

A Maurin, dans la vallée de l'Ubaye, comme à Césanne et au Mont-Genèvre (Rocher de la Perdrix, près du Gondran, Rocher du Renard, Rocher des Douaniers, près du col Bousson), on voit en outre apparaître, dans les schistes lustrés inférieurs, au voisinage de la serpentine, des schistes calcarifères rouges et verts, parfois injectés de serpentine, ou influencés par son voisinage, et alternant avec des lits de calcaires phylliteux, souvent marbreux.

A cette portion inférieure des schistes lustrés, nous croyons également devoir rattacher un ensemble de schistes calcaires gris, de marbres zonés, de bancs quartzeux versicolores, avoisinant les serpentines et les calcaires triasiques sous-jacents, dont l'âge exact est incertain, et qui ont été désignés par une teinte spéciale et le symbole T sur la feuille Briançon de la carte géologique de France.

C'est encore au complexe des schistes lustrés qu'appartiennent des assises de *marbres cristallins zonés* qui entourent les gabbros du mont Pelvas, de Taillante, de Médille, etc. On les observe également au contact de la serpentine et des gabbros, à la Chalp, dans le Haut-Queyras, où Ch. Lory les avait déjà remarqués et où ils sont exploités dans une carrière. Ils existent aussi entre le Bric-Bouchet et le col de Malaure (fig. 2).

On les retrouve au col Tronchet, près Brunissard, où ils séparent les schistes lustrés typiques d'une bande de variolite laminée et de micaschistes d'origine éruptive (v. plus haut).

Enfin, au nord du Mont-Genèvre, au col de la Lauze, près de l'Alpet, les mêmes marbres se montrent au milieu des schistes, dans le voisinage même d'intercalations de micaschistes dérivant des roches éruptives basiques.

Dans tous ces gisements, les caractères de ces marbres zonés

1. *C. R. Ac. Sc.*, 5 juillet 1897. — W. Kilian. Sur un gisement de syénite dans le massif du Mont-Genèvre (Hautes-Alpes).

restent les mêmes : ce sont des marbres tabulaires, et des calcaires phylliteux formés de calcite cristalline avec rutile, séricite, un peu de quartz, se débitant en dalles d'un aspect cireux, et présentant des colorations variées, souvent grises ou jaunâtres.

Dans le Queyras, ils affleurent dans les anticlinaux dont le noyau est occupé par les gabbros au Bric-Bouchet, au Pelvas et près de la Chalp (exploitations) (fig. 1 et 2); sur le flanc de la montagne de Rochebrune, ces couches sont plus schisteuses et prennent un faciès très analogue à celui des schistes lustrés. Elles supportent là les calcaires triasiques par suite d'un renversement des couches dû au refoulement vers l'est d'un vaste anticlinal triasique. Dans la Haute-Ubaye, M. Marcel Bertrand et l'un de nous les ont observées à la base des schistes lustrés.

b) La portion supérieure de l'étage schisteux est formée de schistes plus fins, plus argileux, avec bancs de grès micacés et lits de calcaire siliceux à patine brune et scoriacée, présentant une grande analogie avec le Flysch, dont M. Termier est tenté de les rapprocher. Ces schistes forment la partie ouest du plateau de Gondran. On les retrouve à Villargaudin, près de Château-Queyras, où ils contrastent également avec les schistes lustrés proprement dits, plus calcaires, du ravin de Soulier et du Haut-Queyras. Ils sont peut-être tertiaires, mais rien, en dehors de leur aspect lithologique, ne permet de le prouver : « *leur aspect est identique à celui du Flysch de Prorel* » [1] : schistes satinés, avec rares intercalations calcaires et nombreux lits de quartzites bruns. Malgré ces caractères assez spéciaux, il ne semble pas cependant possible de tracer une limite précise entre ces schistes et les *schistes lustrés ordinaires* que nous venons de décrire.

Cette division supérieure mérite de faire l'objet d'études approfondies.

La position stratigraphique de l'ensemble schisteux qui vient d'être décrit a donné lieu à de longues discussions [2].

1. Termier *in* Notice Feuille Briançon. Carte géol. de France, 1900.

2. Les schistes lustrés (calcschistes) de la zone du Piémont ont été tour à tour placés dans le Trias (Ch. Lory), dans le Paléozoïque et le Prépaléozoïque [MM. Gastaldi, Zaccagna. (Ils ont été décrits comme prépaléozoïques par M. Zaccagna, et seulement comme précarbonifères par M. Franchi, qui a du reste depuis lors modifié son opinion. Puis M. Novarese a admis la possibilité de trouver des fossiles dans les lentilles calcaires intercalées dans les calcschistes « schistes lustrés » de la vallée du Pellice), Potier, M. Bertrand, Kilian, Termier, Gregory], puis considérés de nouveau comme triasiques et même peut-être liasiques, par M. Marcel Bertrand, alors que M. Steinmann va, dans

Il résulte des observations de l'un de nous que les schistes lustrés du Queyras [1], avec leur cortège de marbres tabulaires et de roches

les Grisons, jusqu'à en faire partiellement du Tertiaire, et que les seuls fossiles qui y aient été rencontrés jusqu'à ces dernières années sont des Radiolaires sans signification stratigraphique précise, découverts à Césanne, par M. Parona.

Après avoir, en 1892, avec MM. Zaccagna, M. Bertrand, Potier, etc..., décrit les schistes lustrés de la Haute-Ubaye comme antérieurs au Carbonifère, j'ai longtemps hésité à admettre que les conclusions auxquelles s'est arrêté en dernier lieu, et à la suite de recherches minutieuses, M. Marcel Bertrand, s'appliquassent aux schistes du Queyras et de la Haute-Ubaye. Jusqu'en 1897, je croyais en effet que l'âge triasico-liasique attribué par ce dernier aux schistes lustrés ne devait être admis comme certain que pour une partie des couches ainsi désignées, et j'admettais, notamment pour les types du Queyras, la possibilité d'une ancienneté plus grande. Je me suis fait depuis un devoir et un plaisir de déclarer que les résultats consignés ci-après m'ont définitivement rallié à la manière de voir de M. M. Bertrand, et que je considère comme acquise la preuve que les schistes lustrés de la Hte-Ubaye, aussi bien que ceux du Queyras, du Mont-Genèvre, de la Maurienne et de la Tarentaise sont postérieurs au Trias inférieur et, probablement, pour une grande partie liasiques.

Il est utile de remarquer que cette interprétation de l'âge des schistes lustrés, tout en se rapprochant beaucoup de celle à laquelle s'était arrêté Ch. Lory, en diffère cependant profondément en ce sens que, pour ce dernier, les schistes lustrés étant triasiques, étaient considérés comme *plus anciens* que les calcaires magnésiens de Rochebrune, Château-Queyras et Briançon, qu'il mettait dans le Lias, tandis que, dans notre manière de voir, les schistes lustrés sont *plus récents* que les calcaires mentionnés plus haut, ces derniers devant incontestablement, ainsi qu'une grande partie des calcaires du Briançonnais, être attribués au Trias.

Les schistes lustrés (calcschistes) ont fait l'objet de la part de nos confrères italiens de nombreuses publications parmi lesquelles il convient de citer celles de MM. Gastaldi, Zaccagna, Mattirolo, Portis, Franchi et G. de Stefano, Stella, Virgilio.

M. Franchi notamment, a publié en 1898 (*Bull. R. Comit. geol. d'Italia*) un très intéressant historique des diverses opinions émises depuis le milieu du siècle au sujet de cette importante formation. Nous renvoyons le lecteur à son mémoire ainsi qu'aux résultats nouveaux qu'il a apportés en faveur de l'attribution de ces schistes au Trias et au Lias. M. Franchi a découvert en Italie, dans les schistes lustrés et dans les calcaires qui leur sont subordonnés en un certain nombre de points, *des fossiles* qui rendent leur âge mésozoïque incontestable. D'après les détails précieux recueillis par ce savant, beaucoup de ces faunes sont triasiques, notamment celles qu'ont fournies les calcaires auxquels les schistes lustrés passent insensiblement par la base. Dans les schistes eux-mêmes, M. Franchi signale des lentilles de *brèches* qui rappellent nos brèches liasiques (brèches du Télégraphe); il mentionne aussi des schistes *à Bélemnites;* de sorte qu'il est probable qu'une notable portion des schistes lustrés appartient au Lias.

(Franchi. Sull' eta mesozoïca della Zona delle pietre verdi nelle Alpi occidentali. *Boll. del R. Comitato geol. d'Italia*, 1898-1900). W. Kilian.

1. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, N° 63, t. X, p. 135, 1898-1899.

vertes, ont, à l'ouest, comme substratum, les calcaires dolomitiques dits « calcaires à Gyroporelles » du Trias [1] (sous lesquels ils *semblent souvent s'enfoncer* par l'effet de dislocations que nous avons décrites avec M. Zürcher), alors qu'à l'est (vallée du Pellice, Haute-Ubaye), ils vont s'appuyer sur un système de grès, de quartzites et de schistes (gneiss et micaschistes des Italiens) probablement permo-carbonifères et comprenant peut-être aussi les quartzites du Trias inférieur.

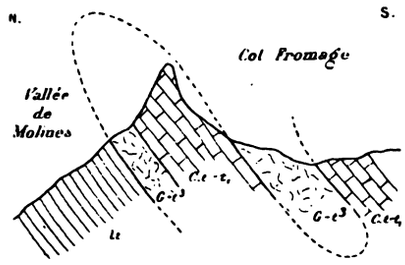


Fig. 4. — Coupe relevée au sud-est de Molines (Queyras).

*Ct-t*₁, Calcaires triasiques ; *G-t*³, Gypses triasiques ; *lt*, Schistes lustrés.

Il est à remarquer en outre que, partout où ils existent, les vrais *schistes lustrés* (*a*) du type classique succèdent immédiatement aux cargneules ou aux calcaires triasiques [2] *sans interposition de marbres jurassiques supérieurs ;* ce fait est particulièrement net à Château-Queyras où les rapports des schistes et des calcaires sont faciles à étudier (v. C. R. des collaborateurs, pour 1897, in Bull. Serv. carte géolog., t. X, n° 63 (1898) ; note de MM. Kilian et Zürcher). Il en est de même dans le Briançonnais, où quand ils apparaissent, les autres faciès (Trias supérieur, Lias, Malm et marbres EJ de la feuille Briançon de la Carte géologique de France), semblent s'évanouir, « comme si le faciès « schistes

1. Dans les environs de Château-Queyras, la succession des assises est la suivante, de bas en haut (fig. 4) :

1. Quartzites du Trias inférieur.
2. Mince assise de cargneules et de calcaires phylliteux.
3. Calcaires triasiques du type ordinaire (puissants).
4. Gypses.
5. Schistes lustrés du type normal avec bancs marbreux.
6. Schistes lustrés supérieurs de Villargaudin.

Pour les environs de Château-Queyras, consulter en outre : M. Bertrand. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 154, 1894. — W. Kilian et P. Termier. Sur quelques roches éruptives des Alpes françaises. *B. S. G. F.*, (3). XXIII, 1895, p. 400. — W. Kilian et Ph. Zürcher. C. R. Collab. Serv. carte géol. de France, in *Bull. Serv. Carte géol. de France*, N° 63, t. X, 1898, p. 144. — W. Kilian. *Id.*, id., p. 135.

2. Près de Maurin (Basses-Alpes), dans le vallon de Mary (côté sud), au col Girardin, etc., on voit très bien la partie supérieure des calcaires triasiques prendre une structure schisteuse et passer insensiblement aux schistes lustrés.

lustrés » s'étendait à toute la série sédimentaire, depuis le Trias moyen jusqu'à l'Oligocène » [1].

La conclusion qui s'impose est de considérer les schistes lustrés comme représentant tout au moins le Trias supérieur et le Lias, surtout si l'on considère que l'on peut voir en certains points de nos Alpes (Bonneval-les-Bains, Moutiers en Tarentaise) des assises incontestablement liasiques prendre le faciès « lustré » et la structure des schistes du Queyras. Les laccolithes de roches vertes (gabbros, etc.), les marbres tabulaires et phylliteux et les schistes siliceux versicolores appartiennent à la base de ce complexe schisteux, ainsi que le montre leur présence constante dans l'axe des anticlinaux.

Voici quelques analyses micrographiques [2] se rapportant aux schistes lustrés et à leur cortège de marbres, de schistes siliceux, etc.

a. — Schistes et couches diverses intercalées dans les schistes

1. A Césanne, des bancs siliceux, sortes de quartzites à ciment calcaire, sont intercalés dans ces schistes sur le chemin de Bousson.

Nous en avons fait faire plusieurs préparations (nos 594, 589, 600) qui montrent *au microscope* une association de plages cristallines de quartz et de calcite. Cette dernière domine parfois et forme des filonnets. Dans plusieurs échantillons (nos G. 602, G. 600, 582, etc.) on distingue, malgré la cristallinité, des traces de *structure organique* sous la forme d'une série de glomérules et de petites taches circulaires.

A l'œil nu : roche schisteuse à surface lustrée, verte ou lie-de-vin : tranche d'un brun grisâtre, ou noirâtre, d'aspect subcristallin, avec mouchetures de chalcopyrite et de malachite.

Ces intercalations, malgré leur teneur en silice, font effervescence avec les acides.

On sait que c'est dans des bancs analogues, affleurant également près de Césanne, que M. Parona a découvert une faune de Radiolaires dont il a fait connaître les principales formes. Malgré un examen attentif nous n'avons pu, dans nos échantillons, rien découvrir qui rappelle des Radiolaires.

2. *Echantillon prélevé dans le voisinage de la serpentine, près de Césanne (Italie) sur le chemin de Bousson (préparation N° 582).*

1. Kilian et Termier. Notice de la feuille Briançon de la Carte géol. de France, 1901.

2. Dues pour la plupart à M. Termier.

— Schiste lie-de-vin. ou verdâtre par place, faisant effervescence sur la tranche ; le microscope montre des grains de quartzite et de quartz et permet en outre de reconnaître une *structure organique* bien certaine : suite de canaux et de lacunes pouvant provenir d'un Polypier ou d'un Hydrozoaire et assez analogues à ce que l'on observe dans les galets de Jurassique supérieur rose renfermés dans les conglomérats éogènes du massif de l'Eychauda. Des matières amorphes verdâtres, rougeâtres et noirâtres, sont disséminées dans la roche.

3. *Intercalation siliceuse dans les schistes lustrés. Césanne (préparations N°s 554 et 556).* — Quartzite fin, avec un peu d'orthose et de nombreux filonnets de calcite. Nids de calcite, souvent rhomboédriques, au milieu de la masse quartzeuse.

4. *Id. (préparation N° 577).* — Marbre avec plusieurs noyaux ou galets d'une serpentine à péridot.

5. *Id. Calcschiste de Césanne (préparation N° G. 589).* — Roche rubannée, faisant effervescence avec les acides, mais présentant des zones siliceuses et des mouches de chalcopyrite et de malachite. — Teinte d'un brun grisâtre sur la tranche ; verte et lie-de-vin sur les surfaces schisteuses, qui sont lustrées.

Au microscope : mosaïque de quartz fin et de calcite cristalline, cette dernière formant des filonnets. Un peu de pyrite. — Zones phylliteuses excessivement minces. Traces de structure organique.

6. *Schistes de Césanne (préparation N° 599).* — Cette roche est formée de *quartz* en petits grains irréguliers parmi lesquels on trouve, formant région, des grains beaucoup plus gros. La roche est criblée d'une multitude de grains d'oligiste opaques ou transparents (dans ce cas de couleur brune), qui sont souvent disposés en files dans un cristal de quartz. Quelques lamelles clairsemées de *chlorite* verte polychroïque ; puis dans les cassures, hématite et produits ferrugineux. — (Diagnose de M. Duparc).

7. *Intercalations dans les schistes lustrés. Césanne (Italie). Roche verte et violette (préparation N° G. 600).* — Fait effervescence avec les acides. *Au microscope :* roche très cristalline à grandes plages et grumeaux de calcite. On distingue des *traces d'organismes* (Polypiers ?) sous la forme de glomérules qui paraissent représenter des loges circulaires ; au milieu une sorte de réseau visible malgré la cristallinité (recristallisation) de l'ensemble. Ces *traces organiques* rappellent celles qui s'observent dans certains marbres roses du Jurassique supérieur briançonnais.

8. *Schiste de Césanne (vert et violet) (préparation N° G. 602).* — Quartzite recristallisé, quartz grenu fin ; zones plus grossières ; zones souillées de produits ferrugineux. Très peu de chlorite, un peu de calcite. A remarquer l'absence de séricite. Traces d'une structure organique analogue à celle de la préparation précédente.

9. *Schiste de Villanova (Piémont) (préparation N° 270).* — Schiste lustré, type banal. Quartz, calcite, mica blanc, chlorite, *ilménite*, rutile, limonite secondaire.

A l'œil nu, ce sont des schistes noirâtres assez feuilletés, luisants et satinés. Ils sont ici, moins calcaires et plus feuilletés que ne le sont d'ordinaire les schistes lustrés typiques.

10. L'un de nous a fait connaître, en 1895 [1], l'analyse micrographique, faite par M. Michel-Lévy, des schistes lustrés de Château-Queyras. Dans cette localité, en effet, des bancs de quartzites sont intercalés dans ces schistes lustrés. M. Termier y a reconnu beaucoup de sidérose et de nombreuses aiguilles de séricite sans orientation dominante.

11. *Calcaire intercalé dans les schistes lustrés. Château-Queyras (préparation N° 594).* — Calcaire cristallin à grains fins, noirâtre. *Au microscope :* mosaïque de calcite et de quartz. Type ordinaire des calcaires intercalés dans les schistes lustrés : beaucoup de calcite avec un peu de quartz et de pyrite. Ce type est très fréquent, d'après M. Termier, dans les schistes lustrés de Savoie.

12. *Calcaire cristallin en bancs dans les schistes lustrés de Chateau-Queyras (échantillon N° 527).* — Teinte d'un gris noirâtre avec zones colorées en brun par la limonite. Ce calcaire est légèrement schisteux ; il fait effervescence avec l'acide chlorhydrique.

13. *Schiste lustré du col de Malrif (échantillon D. 5701).* — Schiste gris, luisant et satiné ; fait effervescence avec les acides.

14. *Schistes lustrés pris sur la route contournant le fort Queyras*, sur la rive gauche du Guil. — Cette roche est beaucoup moins satinée et beaucoup plus calcaire. C'est un calcaire schisteux noirâtre faisant vive effervescence avec l'acide chlorhydrique.

15. *Schistes lustrés de la Combe de Soulier (Queyras).* — Fait effervescence avec l'acide chlorhydrique. Certains bancs sont plutôt des marbres schisteux formés de fines strates de calcite

1. *B. S. G. F*, (3), XXIII, p 407.

cristalline, séparées par des lits de séricite qui donnent à la tranche de cette roche un faux aspect gneissique. La couleur est d'un gris noirâtre avec bandes plus claires sur la tranche, correspondant aux lits de calcite. Les lames de séricite sont bien visibles sur les surfaces de stratification qui ont un aspect satiné. La roche se débite en dalles, et *ne rappelle en rien les schistes du Goudran.*

16. Aux environs de Château-Queyras, près du hameau de Paquier, ainsi qu'à Villargaudin, affleurent également des schistes lustrés d'un type spécial, différant des schistes lustrés typiques de Soulier et de Château-Queyras, et que nous considérons comme formant un groupe de schistes lustrés supérieurs (v. plus haut), plus récents que les précédents.

Nous croyons intéressant de reproduire ici, à titre de comparaison, le résultat de l'examen qu'a bien voulu faire M. le Professeur Duparc d'échantillons de *schistes lustrés* recueillis par l'un de nous à Maurin (Basses-Alpes).

17. *Schistes lustrés de Maurin (Ubaye) (préparation N° 575).* — Cette roche est essentiellement formée de calcite et de quartz. On y trouve cependant un peu d'orthose et d'oligoclase, puis des aiguilles de rutile. Le quartz est en grains détritiques ainsi que l'*orthose*. L'oligoclase est très rare.

La *calcite*, élément principal, forme de gros grains à clivages p ($10\bar{1}1$) nets, quelquefois mâclés selon b^1, qui semblent mouler les autres éléments. — (Diagnose de M. Duparc).

18. D'autres préparations de ces schistes de Maurin, examinées par M. Termier, montrent toujours du quartz et de la calcite en agrégat très-cristallin, avec orthose ou albite et un feldspath triclinique très-probablement développé sur place. Le ciment est calcaire ; on remarque des matières charbonneuses ou ferrugineuses noires. La roche fait penser à une arkose ou à un schiste granulitisé.

19. *Calcaire triasique schisteux de Combe-Brémond, vallée de l'Ubaye (échantillon N° 615).* — Ce calcaire, très gaufré et « plissoté », appartient au complexe des schistes lustrés ; il est fin, subcristallin, d'un gris bleuâtre, à cassure esquilleuse. La surface altérée présente des lits en relief qui dessinent nettement des petits plis de détail. — (Diagnose de M. Termier).

20. *Schistes lustrés de Saint-Véran (Hautes-Alpes) recueillis dans le voisinage de la serpentine (préparation N° 273).* —

M. Michel-Lévy a examiné des préparations de cette roche. Voici la diagnose qu'il nous en a donnée :

Beaux micaschistes ou schistes micacés, à quartz très grenu, en mosaïque, à phyllites bien formées en grosses fibres (mica noir, mica blanc) ; les zones quartzeuses avec un peu de chlorite. Type X de la carte géologique de France.

21. *Schiste lustré (liasique) de Bourg-Saint-Maurice* (Le Chatelard), recueilli par M. Kilian. — Roche consistant en un calcaire gris noir très cristallin, en lamelles cristallisées, laminé, un peu lustré, pas de séricite visible ; effervescence vive avec l'acide chlorhydrique.

22. *Echantillon de la collection Ch. Lory (1886). Bourg Saint-Maurice (Le Chatelard).* — Schistes calcaréo-micacés du Trias supérieur ou liasique. — Même composition que le précédent.

b. — Marbres et calcaires subordonnés aux schistes lustrés inférieurs

23. *Calcaire triasique et serpentine, col de Bousson, près Briançon (préparation N° 8).* — Très curieux échantillon : calcaire laminé et recristallisé, avec veinules contournées, fragmentées, étirées, remplies soit par de la chlorite pennine magnifique, soit par un mica jaune polychroïque et très biréfringent. Pas de serpentine. Le mica et la chlorite renferment des grains de sphène. En somme, c'est un calcaire phylliteux froissé après le développement des phyllites ; à noter l'absence de quartz.

24. *Marbre, col Tronchet, près Arvieux (préparation N° 72).* — Marbre rappelant les marbres phylliteux du Trias de la Vanoise. Beaucoup de quartz en grains irréguliers, nuageux, sans forme et sans lois de répartition. Assez nombreuses paillettes de mica blanc disposées sans ordre. Pas d'apparence de laminage. Pas de minéraux de métamorphisme.

25. *Marbre gris-jaunâtre du Mont-Genèvre (échantillon D. 6428).* — Finement cristallin, en plaquettes ; fait effervescence avec l'acide chlorhydrique.

26. *Marbre calcaire de Maurin.* — Finement cristallin, en plaquettes ; fait effervescence avec l'acide chlorhydrique ; d'un gris jaunâtre.

27. *Calcaire phylliteux du pied nord-ouest du Mont-Pelvas (préparation N° 280).* — *Au microscope :* marbre phylliteux, type

banal : peu de séricite, peu de quartz ; pas de feldspath. *A l'œil nu*, la roche présente une couleur blanc-jaunâtre et une structure un peu fibreuse, quoique nettement marbreuse. On remarque des paillettes de phyllites éparses.

28. *Marbre de la Chalp ou l'Echalp (Haut-Queyras) (préparation N° 257).* — Calcaire cristallin d'un blanc verdâtre, bleuâtre et grisâtre, taches vertes avec tendance à la schistosité et paillettes phylliteuses éparses sur les surfaces. *Au microscope :* marbre, avec paquets de petits rutiles à l'intérieur des phyllites. Celles-ci sont chlorite et séricite.

29. *Marbre de la Chalp (préparation N° 107).* — Marbre à grain fin, fortement laminé postérieurement à la cristallisation de la majeure partie des individus de calcite. Lits et joints garnis de minces lamelles de muscovite. Très nombreux grains de quartz à contours nuageux : la plupart de ces grains semblent être postérieurs au laminage. Pas de feldspath ni d'autres minéraux. L'aspect est celui de beaucoup de marbres triasiques. Aucune trace d'organismes. A l'œil nu, c'est un calcaire gris bleuâtre cristallin ; traces de schistosité et paillettes de séricite.

30. *Marbre de la Chalp (préparation N° 487).* — Même structure et mêmes caractères.

31. *Marbre du col Tronchet (préparations N°s 72 et 73).* — En contact avec les roches vertes laminées. Mosaïque de calcite cristalline, fine dans l'échantillon N° 72, plus grosse dans le N° 73.

D. Sur quelques schistes cristallins de la zone du Piémont

Les couches les plus anciennes du Haut-Queyras sont celles qui supportent les schistes lustrés ; elles affleurent sur territoire français au sud de la contrée qui fait l'objet de la présente étude, près du col du Longet, mais leur plus grand développement est atteint sur le versant italien des Alpes cottiennes.

En étendant ses recherches aux parties voisines des Alpes piémontaises [1] et, en particulier, à la vallée du Pellice, l'un de nous a pu s'assurer en effet que les schistes lustrés du Haut-Queyras vont s'appuyer vers l'est, par l'intermédiaire de schistes serpentineux et d'intercalations éruptives de roches basiques (Villanova), ou de schistes à zoïsite, sur un ensemble de schistes plus ou moins

1. W. Kilian. Feuille d'Aiguilles, in C. R. Collab. 1892, *Bull. Serv. Carte géol. de France*, N° 63, t. X, 1898, p. 135.

cristallins, rapportés par la plupart des géologues italiens au Terrain Primitif (Prépaléozoïque) et dont certaines assises ont été décrites comme de véritables gneiss [1]. Ces couches ont toutes un pendage régulier vers l'ouest comme, du reste aussi, les schistes lustrés de la région française. En examinant de près ces « schistes cristallins » et ces « gneiss » de la vallée du Pellice, notamment aux environs de Bobbio, de Torre-Pellice et de Luserna, nous avons reconnu qu'ils s'éloignent beaucoup, comme aspect macroscopique, des schistes et gneiss précarbonifères de nos Alpes françaises (Belledonne, Pelvoux, Mont-Blanc, etc.), du Plateau central et des régions classiques. Ce sont des schistes sériciteux, des quartzites phylliteux et feldspathiques, des micaschistes à épidote (Bobbio, près du pont), fort analogues aux assises métamorphiques, d'origine incontestablement sédimentaire, de certains de nos massifs alpins, comme, par exemple, de la Vanoise. Il est à remarquer également que des *anthracites* ont été signalés dans ces couches par M. Maggiore et que plusieurs de nos confrères italiens y ont mentionné la présence de *graphite*.

Ces conclusions n'excluent pas l'existence de roches granitoïdes véritables dans d'autres points du bassin du Pellice, l'un de nous en ayant rencontré dans les alluvions du bas de la vallée ; mais il est intéressant de constater qu'en suivant la coupe naturelle que donne la vallée principale, *du col Lacroix à la plaine, on ne rencontre ni granite, ni aucun représentant incontestable de la série prépaléozoïque.*

On peut dire, d'après ce qui précède, que sur le versant italien, le système des schistes lustrés et des roches vertes s'appuie sur une puissante série de micaschistes et de roches gneissiformes souvent graphiteuses (quartzites feldspathiques à microcline, orthose et surtout albite, à mica blanc, avec chlorite et sphène, micaschistes quartzeux à albite, avec pyrite, sphène, zoïsite, rutile, calcite et feldspaths divers). Certaines de ces assises rappellent vivement les quartzites werféniens, ainsi que les grès permiens et houillers dynamométamorphisés de certaines parties des Alpes de Savoie, et doivent être considérées comme des sédiments antétriasiques puissamment modifiés. — On a désigné, sur la feuille

1. Nos confrères italiens ont publié un grand nombre de notices sur les gneiss du Piémont; nous ne pouvons songer à les citer toutes ici et nous rappellerons simplement les noms de MM. Zaccagna, Novarese, Virgilio, ainsi qu'une étude en langue anglaise due à M. Gregory (Gregory. The wealdensian Gneisses. *Quart. Journ. Geol. Soc.*), nous réservant de résumer dans une autre occasion les conclusions de ces nombreux mémoires.

Aiguilles de la carte géologique de France, par une teinte spéciale (rx), cet ensemble de schistes cristallins sans y établir les subdivisions de détail qui pourraient y être distinguées.

Ces roches, qui ont été examinées au microscope par M. Termier et dont on trouve l'analogue dans tous les terrains métamorphiques, sont *absolument* différentes des roches cristallophylliennes anciennes du Plateau central, du Pelvoux ou du Mont-Blanc.

Telle paraît aussi être l'opinion de certains de nos confrères italiens ; M. Franchi par exemple écrivait en 1898 : « quoique nous soyons disposés à rajeunir de beaucoup les gneiss, nos idées sur leur origine et sur leur âge n'ont pas encore pris une forme définitive ; cependant il est bien acquis, pour nous aussi, que les micaschistes, les schistes graphiteux associés avec eux, sont des schistes métamorphiques ». — Le même auteur (*loc. cit.*, p. 238) croit qu'il convient d'attribuer au Permo-carbonifère à faciès cristallin, les roches graphitiques de la vallée du Pellice et une partie du « gneiss central » des géologues italiens.

Les schistes cristallins micacés qui, plus au sud, au col du Longet, vers la Haute-Ubaye, servent de substratum à la série des schistes lustrés mésozoïques, appartiennent très probablement comme nous l'avons dit plus haut à ce même ensemble.

Ils ont été signalés par Ch. Lory [1] comme des micaschistes et des gneiss anciens à mica blanc, faisant partie de la bordure qui fermait au midi le grand bassin houiller des Alpes. Sur la carte du Briançonnais, cet auteur les a figurés comme appartenant au Terrain Primitif. M. Zaccagna [2] les a également considérés comme anciens ; ils sont confondus sur sa carte avec les schistes lustrés (calcschistes) que cet auteur attribue au Prépaléozoïque, en une « zone des micaschistes » distincte de celle du « gneiss central ». En 1892 [3], l'un de nous (M. Kilian) eut l'occasion de les mentionner et de donner, d'après une obligeante communication de M. Michel-Lévy, leur composition microscopique (quartzites à mica blanc, chlorite et glaucophane) ; il les considérait alors comme très anciens et certainement antéhouillers.

Plus tard, M. Marcel Bertrand [4] dit, en parlant de ces roches, qu'elles lui ont rappelé celles du Permo-Houiller et même du Permo-Houiller très supérieur ; il les rapproche de celles de la

1. *Descr. géol. du Dauphiné*, p. 282, 288 et 290.
2. Zaccagna. Sulla geologia delle Alpi occidentali. *Boll. R. Comit. Geol.*, 1887.
3. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 581, 584.
4. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 174, 1894.

crête du glacier d'Etache dans le massif d'Ambin, c'est-à-dire de véritables quartzites feuilletés dans lesquels le rôle des lits phylliteux intercalés reste tout à fait subordonné. L'altération par les agents atmosphériques fait, d'après lui, ressortir leur analogie avec d'autres types détritiques des Alpes. Enfin M. Franchi [1] les a attribués récemment au Permo-Carbonifère.

Depuis lors la connaissance approfondie de nos Alpes résultant de douze années d'explorations a conduit M. Kilian à la conviction que les gneiss et micaschistes du col du Longet sont moins anciens qu'il ne le croyait en 1892, et qu'ils représentent un type métamorphique du Permo-Carbonifère comprenant encore, peut-être, les quartzites du Trias inférieur.

L'étude microscopique, faite par M. Termier, des schistes cristallins dont il vient d'être question, a donné les résultats suivants :

1. *« Gneiss » de Luserna (Piémont) (préparation N° 275).* — *A l'œil nu*, cette roche, exploitée pour dalles et carrelages, a une apparence gris-clair ou jaunâtre et une cassure esquilleuse et subcristalline, semblable à celle des quartzites triasiques. Les surfaces parallèles à la schistosité sont moirées de paillettes de muscovite.

Au microscope, c'est un *quartzite à feldspaths* (sorte de leptynite) avec très peu de mica blanc. Les feldspaths sont : microcline, orthose, albite, un peu zonés.

2. *Schiste cristallin pris au nord du bourg de Torre-Pellice (Piémont) (préparation N° 269).* — *A l'œil nu :* cette roche a l'aspect d'un micaschiste à muscovite coupé de petits bancs à allures de quartzites.

Au microscope : micaschiste à mica blanc. Type banal, très cristallin. Beaucoup de feldspath développé *in situ*.

Ce feldspath est : orthose, microcline et albite.

3. *Schiste cristallin de Bobbio (Piémont) (préparation N° 278).* — Roche d'un gris verdâtre, grenue ; quelques taches d'épidote, rappelant beaucoup par son aspect certains grès houillers très métamorphiques ; un peu schisteuse, avec paillettes de séricite sur les surfaces de schistosité.

Au microscope, c'est un micaschiste d'un type intéressant, avec épidote et zoïsite, sphène, chlorite, séricite, orthose et quartz. Le quartz et le feldspath sont allotriomorphes. Le quartz domine. L'un et l'autre, mais surtout le feldspath, sont criblés d'inclusions de chlorite.

1. *Boll. R. Com. geol. d'Italia*, série III, t. IX, p. 243, 1898.

C'est probablement un produit de recristallisation d'une roche éruptive.

4. *Roche schisteuse*, blanche, à feuillets nacrés, *recueillie à Torre-Pellice (Piémont) au nord du bourg (préparation N° 271).*

Au microscope : micaschiste quartzeux à albite, avec un peu de pyrite, sphène, zoïsite, rutile, calcite.

Type banal, mais très haute cristallinité.

5. *Schiste cristallin de Bobbio (Piémont) (préparation N° 276).* — Roche gneissiforme d'un gris verdâtre, avec taches d'oxyde de fer. On distingue à l'œil nu un fond blanchâtre avec lits de phyllites verdâtres assez espacés.

Au microscope, c'est un quartzite à feldspaths, assez analogue à ceux de Luserna, mais il y a des lits plus continus de mica blanc, avec un peu de chlorite et de sphène. Feldspaths parfois très gros, surtout *albite*, en agrégats allotriomorphes avec le quartz. Il y a des lits purement quartzeux.

6. *Echantillon de schiste cristallin recueilli en amont de Bobbio (préparation N° 262).* — *Au microscope :* quartzite à mica blanc, avec un peu de feldspath développé *in situ*. Type très métamorphique, mais banal.

A l'œil nu : apparence d'un quartzite schisteux, avec séricite sur les surfaces de schistosité ; teinte gris verdâtre.

7. *Schiste cristallin pris en amont de Bobbio (préparation N° 265).* — Même nature que le N° 262. Type banal que l'on retrouve dans tous les terrains cristallins.

A l'œil nu, la roche est de teinte un peu plus claire que la précédente.

Ces types sont peu caractéristiques ; l'on peut trouver leur analogue dans tous les terrains métamorphiques ; il y a dans la Vanoise des roches bien comparables. Les gneiss de la Levanna ont un type tout autre que celui des roches de Bobbio, à cause de l'abondance des gros feldspaths, mais cette différence n'est pas essentielle. En tout cas les roches en question sont dans leur ensemble, *absolument* différentes des roches cristallophylliennes du Plateau Central, du Pelvoux ou du Mont-Blanc.

Il est intéressant de rapprocher ces roches des « gneiss » du *col du Longet* qui occupent la même position stratigraphique. M. Michel-Lévy a bien voulu examiner des préparations de ces

schistes cristallins, recueillis par nous en 1891 au col du Longet (altitude 2672 mètres) où ils forment également le substratum des schistes lustrés.

Voici le résultat de son étude :

1. Schiste ou mieux *quartzite*, *à mica blanc* et glaucophane.

Composition sommaire : quartz, mica blanc en partie sériciteux, en partie lamelleux (c'est-à-dire en grandes lamelles). Chlorite abondante. Enfin, dans certaines traînées, calcite et prismes de glaucophane peu coloré, mais bien caractérisé avec son polychroïsme : suivant *ng* — bleu azur pâle.
— *nm* — violet pâle.
— *np* — jaune très pâle.

L'aspect général rappelle un schiste du ζ^2 ou du X (partie supérieure des schistes cristallins de la légende de la carte géologique détaillée de la France).

M. Duparc a reconnu dans des préparations de même provenance de la muscovite, du sphène, de la magnétite, du rutile et du zircon.

2. Schiste très feldspathisé, *probablement granulitisé*.

3. Schiste très cristallin, avec microcline *développé* en place. Glandules d'oligoclase. Présenterait, d'après M. Michel-Lévy, un type plus ancien que le Permien.

4. *Micaschiste* voisin de ζ^2 de la carte, très cristallin. Un peu de feldspath; beaucoup de quartz non détritique, formé *sur place*. Grandes lamelles de muscovite. Le mica blanc est froissé par le dynamométamorphisme; ses axes sont rapprochés.

D'autres échantillons, recueillis dans le même ensemble, également au col du Longet, ont fourni à M. Termier les diagnoses suivantes :

a) *Quartzite phylliteux du col du Longet* (*préparation N° 588*). — Quartz et mica blanc, chlorite rare. Pas de feldspath, si ce n'est dans des filonnets transversaux (albite).

Roche détritique. La plus grande partie du mica paraît sédimentaire. Quartz entièremeut recristallisé.

Archéen, Houiller ou Permien.

b) *Sous les schistes lustrés, col du Longet* (*préparation N° 529*). — Schiste quartzeux avec apatite, ilménite et très fins rutiles. Séricite et chlorite. Feldspaths (orthose) développés *in situ*. *Aspect des schistes permiens de la Vanoise.*

c) *(préparation N° 538)*. — Même diagnose. Pas ou très peu de feldspath.

d) *(préparation N° 544)*. — Même diagnose. Pas ou très peu de feldspath.

e) *(préparation N° 544bis)*. — Même gisement. Même diagnose. Zircon en plus.

En outre : mica noir froissé et décoloré : *gros noyaux d'orthose et de microcline* cassés et froissés. Il ne serait pas impossible que ces *noyaux fussent d'anciens galets ;* mais ils sont recristallisés sur les bords. En tout cas beaucoup de petits feldspaths (orthose, *microcline*) développés *in situ*.

En somme : grande analogie avec certains schistes permiens de la Vanoise.

M. **Haug** fait remarquer que la base des schistes lustrés du Briançonnais et du Piémont ne peut plus guère être envisagée comme triasique depuis que M. Franchi a trouvé, dans des calcaires qui forment dans leur masse des pointements anticlinaux et cela en plusieurs localités, un fossile essentiellement caractéristique du Trias le plus élevé, *Pleurotomaria solitaria*, qui occupe ce niveau depuis les Alpes orientales jusqu'en Calabre. La partie inférieure des schistes lustrés est incontestablement liasique, leur partie supérieure peut très bien être attribuée à l'Éocène ou à l'Oligocène, comme dans les Grisons.

Séance du 17 Juin 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Louis Rambaud**, Docteur en médecine, présenté par MM. Stanislas Meunier et G. Ramond.

Il annonce une présentation.

Le Président fait part à la Société de la mort de M. **Bleicher**, assassiné dans son laboratoire de l'Ecole de Pharmacie de Nancy. Il rappelle que M. Bleicher est venu encore tout récemment faire une intéressante communication à la Société géologique et exprime tous les regrets que cause aux géologues la perte si imprévue d'un confrère aimé et estimé de tous.

M. G. **Dollfus** présente à la Société le moulage d'un fossile très remarquable qui vient de lui être envoyé par notre confrère M. **Davy** et provenant de la carrière des fours à chaux de la Barrette, près Noyal-sur-Bruz (Loire-Inf.). C'est un Pélécypode qui a été désigné par Millet sous le nom de *Venus fallax*. Cette forme appartient au même groupe que *Venus aglauræ* Hoernes (non Brongniart) et *Venus excentrica* Agassiz, qui sont répandues dans le Miocène du Midi. Le *Venus fallax* paraît caractériser le Miocène supérieur de l'ouest et a été rencontré déjà à Sceaux, à Thorigné, Saint-Clément-de-la-Place et par fragments à Beaulieu. Cette forme n'est pas connue dans les faluns de la Touraine.

Commandant O. **Barré**. — *Sur la morphogénie de la région de Fontainebleau.*

L'étude que j'ai entreprise de la morphogénie de la région de Fontainebleau m'a conduit à établir une carte géologique au 1/20.000 du territoire de la forêt. J'ai ainsi eu l'occasion de relever plusieurs faits qui présentent un certain intérêt.

1° Tout d'abord j'ai constaté que la classification des bandes gréseuses et interbandes sableuses indiquée par M. Douvillé devait être modifiée dans une certaine mesure, et qu'il fallait compter, depuis Melun jusqu'à Bourron, sept bandes gréseuses et six inter-

bandes sableuses, indépendamment des filets sableux qui s'intercalent dans les bandes gréseuses, et d'une bande gréseuse annexe de la bande d'Apremont et qui n'est point signalée sur la feuille de Melun de la carte géologique à 1/80.000.

2° J'ai ensuite remarqué que les tables gréseuses étaient divisées en éléments longitudinaux parallèles par des dénivellations qui se poursuivent régulièrement d'un bout à l'autre de la forêt et qui ont eu une grande importance au point de vue de la sculpture du sol. Des mesures de grande précision, effectuées à ma demande par MM. les capitaines Soulié et Vigniane, professeur et professeur-adjoint de topographie à l'Ecole d'application, m'ont permis d'obtenir plusieurs coupes transversales d'une même bande gréseuse, et ces coupes montrent que les dénivellations ont une allure aussi régulière que la bande dont elles font partie. J'incline à penser que ces différences de niveau ont été produites par de petites cassures contemporaines des grandes ondulations tertiaires de la région parisienne dont elles ne seraient qu'une conséquence.

La disposition des longs promontoires qui se détachent symétriquement du plateau axial de la forêt dans les bandes sableuses ainsi que celle des *monts* isolés, me font penser que des dénivellations analogues existent dans l'étendue de ces bandes, mais je n'ai pu les constater matériellement, par suite de la difficulté qu'on a de rencontrer des couches de repère bien en place dans les affleurements du calcaire de Beauce sur les pentes.

3° J'ai enfin trouvé, dans le canton de la Petite-Haie, un gisement de véritables graviers alternant avec des lits de sable qui a tous les caractères d'un dépôt fluviatile. Cette découverte, en contradiction avec ce que l'on croyait établi, montre qu'il y a eu à un certain moment de véritables cours d'eau dans la région. La nature des graviers qui semblent provenir tous du calcaire de Beauce, indique que les courants d'érosion étaient absolument locaux. L'altitude du gisement qui est notablement inférieure à celle des cailloux roulés du plateau de Bois-le-Roi, montre que le dépôt fluviatile observé est postérieur au dépôt de ces cailloux, c'est-à-dire franchement pléistocène. Il y aurait donc eu dans la sculpture du sol de la région deux phases ; l'une, *pléistocène*, pendant laquelle les précipitations atmosphériques auraient dépassé les facultés d'absorption des sables de Fontainebleau et du calcaire de Brie sous-jacent et qui aurait vu des eaux courantes dans le territoire de la forêt ; l'autre, *post-pléistocène*, pendant laquelle se serait établi le régime des vallées sèches et se serait déposé presque sur place le manteau de débris *non roulés* qui avait été seul remarqué jusqu'ici.

SUR LE DÉVONIEN DE TAILLEFER ET LE CARBONIFÈRE DE VISÉ (BELGIQUE)

par M. **BOURGEAT**

Après avoir visité plusieurs fois dans mes excursions les formations dévoniennes de Taillefer au sud de Namur et les formations carbonifères de Visé au nord de Liège, j'ai cru que, tout en rendant hommage aux remarquables travaux dont elles ont été l'objet, je pourrais très modestement rapporter ici quelques-unes des observations que j'y ai faites.

I. — Dévonien de Taillefer

Le Dévonien de Taillefer est celui qu'on observe près de la gare de ce nom. Il commence du côté du nord par les poudingues rouges amarantes dits de *Burnot* qui reposent eux-mêmes en concordance sur les formations plus anciennes des grès de Vireux.

Au-dessus des poudingues, mais sans qu'on puisse établir une ligne de séparation tranchée, se montre la grauwacke également *rouge amarante*, dite *grauwacke de Hierges*.

Cette grauwacke est bien visible au sortir de la gare et un peu vers le sud où elle est entaillée par un ruisseau débouchant sur la rive droite de la Meuse. M. Gosselet l'y a signalé depuis longtemps avec ses caractères propres au faciès nord du bassin de Dinant [1]. Il a fait connaître aussi dans une coupe sommaire la série des calcaires qui viennent au-dessus et qu'il rapporte partie à son Givétien, partie à son Frasnien.

La question de savoir où finit dans ces calcaires l'étage de Givet pour faire place à celui de Frasne ne m'a guère préoccupé. Mais ce qui m'a frappé ce sont les intercalations de la grauwacke aux premières assises calcaires, intercalations qui se répètent plusieurs fois, comme l'indique la coupe ci-jointe (fig. 1). On constate même, comme je l'ai noté dans l'assise n° 3, des grauwackes vertes enclavées dans le calcaire et portant à leur surface des trous qui proviennent de la destruction par les agents atmosphériques des tiges d'Encrines dont elles sont pétries. Ce n'est que

1. *Annales de la Société géologique du Nord*, tome III, p. 59 et 60.

peu à peu que le calcaire se dégage de la grauwacke pour former des saillies riches en Polypiers, et chez la plupart desquelles les traces de stratification ont disparu.

Un tel enchevêtrement de la grauwacke aux calcaires indique entre ces deux dépôts une liaison intime. Elle ne peut guère à mon avis se concilier avec l'idée que si les schistes à Calcéoles manquent là, entre le calcaire et la grauwacke, c'est par le fait d'une transgressivité de la mer givétienne qui aurait débordé celle des schistes à Calcéoles. Ou ces schistes à Calcéoles se trouveront à Taillefer avec leur faune propre dans l'une ou l'autre des intercalations supérieures de la grauwacke, ou, s'ils ne s'y trouvent pas, il faudra, ce me semble, admettre qu'ils ne sont pas déposés là.

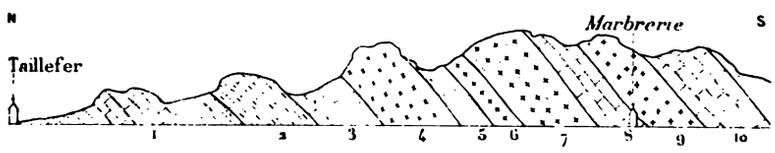


Fig. 1. — Contact du Givétien et de la grauwacke à Taillefer.
Echelle des longueurs 1/1.200e ; hauteurs quadruplées.

1. Alternance de calcaire et de grauwacke; 2. Calcaire noir en lits réguliers: 3. Alternance de calc. et de grauwacke (Polypiers). *Cyatophyllum quadrigeminum.* Couches vertes à Encrines; 4. Calc. massif à *Acervularia Davidsoni*; 5. Schiste argileux couvert par la végétation; 6. Calc. noir à *Cyatophyllum cæspitosum*, *Stringocephalus Burtini*; 7. Calc. à Stromatopores, *Favosites cervicornis*; 8. Calc. compact bien lité, *Spirifer Verneuili*; 9. Calc. à Stromatopores (marbre florence); 10. Alternance de schiste et de calc. à *Spirifer Verneuili.*

Je me permets jusqu'à preuve du contraire de me ranger à cette dernière solution, je la crois fondée sur ce fait que déjà dans la partie sud du bassin de Dinant les schistes à Calcéoles ont des épaisseurs très variables, qu'ils se coupent souvent de lentilles calcaires et que leur faune typique subit des modifications correspondantes, les Calcéoles étant tantôt très nombreuses, tantôt au contraire extrêmement rares.

Je croirais donc que sur une partie du Condroz, pendant que les schistes à Calcéoles se formaient plus au sud, les conditions troublées de la sédimentation ne permettaient que la formation de poudingues et de grauwacke et constituaient des milieux où les fossiles habituels des schistes ne pouvaient vivre. Cela expliquerait comment les schistes à Calcéoles sont si rares au nord du bassin de Dinant.

II. — Carbonifère de Visé

Le Carbonifère de Visé, étudié successivement par MM. Horion, Gosselet et Dewalque [1], peut être observé soit le long du cours de la Meuse en des carrières dont le front est parallèle au fleuve, soit plus à l'est le long de la Bervine, où ses affleurements ont été exploités pour la fabrication de la chaux. Il est en plusieurs points recouvert par des dépôts crétacés du Danien, qui ont été décrits par M. Horion, et qui ne m'occuperont pas ici.

Je me contenterai même pour ne pas compliquer cette note de ne rapporter en quelques détails que la coupe que j'en ai prise d'Argenteau à Visé. Cette coupe n'est pas absolument complète, car du côté d'Argenteau la végétation cache une partie des assises.

Voici ce qu'on observe au sortir d'Argenteau :

1. Vis-à-vis le pont et sous le château même d'Argenteau apparaît dans les pentes boisées un calcaire *B* sans stratification nette dont la couleur est d'un blanc tacheté de gris et qui est par places couvert de tiges d'Encrines. Quelques fissures discontinues *a*, qui s'y rencontrent semblent accuser un pendage assez marqué vers le sud. Sa surface supérieure est percée de poches remplies d'une argile blanchâtre avec lits de phtanites noirs à surface ferrugineuse. Ces phtanites sont remplis de moules d'Encrines et contiennent un certain nombre d'espèces fossiles.

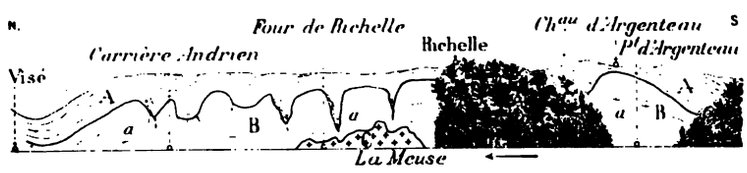


Fig. 2 — Coupe du Carbonifère entre Argenteau et Visé suivant le cours de la Meuse. — Echelle des longueurs 1/20.000e; hauteurs décuplées.

A, Phtanites à Encrines; B, Calcaire massif avec lignes *a* marquant vaguement la stratification; C, Dolomie massive.

2. Un peu plus au nord en regard du four à chaux de Richelle, après une interruption due aux broussailles et aux bois, on observe les mêmes calcaires mais à un niveau plus élevé. Au-dessous d'eux,

1. Horion. Sur les terrains primaires des environs de Visé. *B. S. G. F.*, (2), XX, p. 766. — Horion et Gosselet. Le calcaire de Visé. *Annales de la Société géologique du Nord*, tome XX, p. 194. — Gosselet. Sur les relations du terrain dévonien et du terrain carbonifère à Visé. *C. R.*, 1892, p. 1242. — Dewalque. *Annales Société géologique de Belgique*, tome X, p. 176.

et se liant intimement à eux se remarquent des calcaires plus clairs, puis enfin des dolomies *C*.

3. Les dolomies font saillie d'une façon très irrégulière au milieu du calcaire et se lient aussi à lui d'une façon très intime, comme l'a si justement fait remarquer M. Gosselet. Les mêmes fissures irrégulières *a* semblent indiquer que la stratification devient horizontale puis subit un pendage vers le nord.

4. Plus loin en se rapprochant de Visé on retrouve les calcaires gris dont la surface de contact avec les lits de phtanites s'abaisse au point d'atteindre le niveau de la route à l'entrée de Visé. Toute la surface supérieure du calcaire est sillonnée de nombreuses poches analogues à celle d'Argenteau.

5. Les plissements des assises d'argile et des lits à phtanites dans les poches prouvent que celles-ci se sont creusées après le dépôt des phtanites. Elles se présentent comme un résultat de l'action de l'eau le long de certaines fissures presque verticales dont on peut voir le prolongement en dessous dans les calcaires. Par l'effet de cette action, le calcaire aurait été dissous et l'argile, qui en forme le résidu, se serait plissée en même temps que les lits de phtanites pour remplir les poches.

6. Les fossiles que l'on trouve soit dans les argiles blanches soit dans les phtanites sont la continuation avec des changements graduels de la faune des calcaires. Il y a donc entre les calcaires d'en haut et les phtanites une continuité paléontologique analogue à la continuité stratigraphique signalée entre les dolomies et les calcaires d'en bas.

7. Les phtanites, en assises bien nettes affectent dans leur ensemble, c'est-à-dire abstraction faite de leurs infléchissements dans les poches, un pendage parallèle à celui que les lignes de fissures faisaient supposer au calcaire.

8. Dans la masse du calcaire on observe beaucoup de Polypiers du groupe des *Stromatapores*, et beaucoup de traces organiques qui ressemblent aux restes de *Lithothamnium* du mont Aimé. Ce calcaire se présente donc comme un calcaire construit. Il offre du reste beaucoup d'analogie dans sa physionomie avec le calcaire zoogène de Waulsort.

9. Son épaisseur peut être de 55 à 60 mètres. Dans les parties tout-à-fait inférieures, c'est-à-dire au voisinage de la dolomie de Richelle, j'ai pu recueillir des traces de minerai de cuivre, soit à l'état de chalcopyrite, soit à l'état de malachite.

10. La faune à partir des dolomies paraît être la suivante :

Dans les dolomies *Rhynchonella cuboïdes* avec *Productus*

sublævis, *P. semireticulatus* qui sont surtout abondants dans le passage de la dolomie au calcaire.

Au-dessus de ces dolomies et en montant vers les phtanites : *Productus semireticulatus*, *fimbriatus*, *punctatus*, *Evomphalus fragilis*, puis peu à peu *Productus giganteus* et *Cora* avec *Spirifer convolutus*, *Spirifer trigonalis* et *glaber*. A la base des phtanites et dans les argiles blanches, *Productus semireticulatus*, *Spirifer glaber*, *Bellerophon tangentialis*.

Au milieu et au sommet des phtanites *Spirifer glaber*, *Productus punctatus* et d'autres *Productus* de petite taille.

A ne voir que la faune, sans les liaisons intimes des assises d'en bas, on serait tenté d'admettre une lacune entre les calcaires et les dolomies. *Rhynchonella cuboïdes* des dolomies est en effet regardée comme caractéristique du Frasnien. En admettant qu'elle soit restée exclusivement parquée à ce niveau, il faudrait conclure que tout le Famennien manque à Visé. Il faudrait admettre aussi, si l'on s'en tient strictement aux indications de la faune, qu'il y a encore au-dessous du carbonifère de Visé absence du Tournaisien si riche en *Spirifer tornacensis*.

La chose est-elle possible et n'est-ce pas exagérer l'importance de la faune que de placer une lacune immense où tous les caractères stratigraphiques semblent indiquer qu'il n'y en a pas eu?

Ne vaudrait-il pas mieux songer qu'on se trouve là en présence de formations zoogènes qui ont une faune à part? Si l'on se rappelle que *Rhynchonella cuboïdes* se rencontre souvent dans les massifs construits de calcaire qui émergent des schistes frasniens et même famenniens des environs de Givet, serait-il téméraire de croire qu'à Visé elle s'est prolongée dans un massif construit qui s'est formé durant tout le Frasnien et le Famennien?

Quant à l'absence du *Spirifer tornacensis* elle s'expliquerait de la même façon. Ce *Spirifer* serait abondant à Tournai où existaient des fonds vaseux favorables à son développement, comme l'indiquent les calcschistes noirs de cette localité. Mais il n'aurait pu vivre à Visé au voisinage des récifs où se rencontrent du reste les *Productus sublævis* et *semireticulatus* qu'on retrouve à Tournai.

Mon avis serait donc que les formations de Visé représentent tout le calcaire carbonifère et n'en sont qu'un faciès spécial.

L'APTIEN DES ENVIRONS D'UZÈS (GARD)

par M. **Edm. PELLAT.**

Sur la feuille 222 de la carte géologique détaillée (feuille d'Avignon) M. Carez a divisé l'Aptien de cette région en trois assises qui sont de haut en bas :

Calcaires à *Discoides decoratus* (40 m.).
Marnes à *Belemnites semicanaliculatus* (100 m.).
Marnes et calcaires à grands Céphalopodes (20 m.).

Ces trois assises peuvent être étudiées dans de bonnes conditions au nord-ouest et au sud d'Uzès.

La berge de la rive droite de la petite rivière de la Seynes et un ravin perpendiculaire à la rivière, au sud-est et très près de Serviers, montrent un très bel affleurement de l'Aptien inférieur (Bédoulien), affleurement qui a été soigneusement exploré par le frère Sallustien, directeur des écoles libres d'Uzès, et par M. Allard, géologue à Tarascon. Je viens d'y recueillir de nombreux fossiles.

Sur la retombée nord-est d'un dôme arasé, formé de calcaires barrémiens à Requiénies, on voit, au contact avec ces calcaires, dans le ravin, des marno-calcaires jaunâtres à *Ostrea aquila*, *Corbis corrugata*, surmontés d'argiles sableuses noirâtres à *Plicatula placunea*, *Terebratula sella*, *Toxaster Collegnoi*, etc., que recouvrent des marnes et des calcaires noirâtres remplis de Céphalopodes de grande taille (*Ancyloceras*, *Acanthoceras Stobiescki*, *Hoplites Deshayesi*, etc.), associés à de nombreuses *Ostrea aquila* et à d'autres Bivalves : c'est l'Aptien inférieur.

Les cultures empêchent de voir, quand on se dirige vers Serviers, les marnes à *Belemnites semicanaliculatus* (Aptien supérieur = Gargasien), mais la retombée sud-ouest du même anticlinal montre dans des ravins, lorsque l'on se dirige vers Arpaillargues, un beau développement de ces marnes. Je n'ai pas recueilli d'Ammonites sur ce point, mais les mêmes couches renferment, au nord-est d'Uzès, près de Saint-Quentin, *Oppelia nisus*, *Hoplites gargasensis*, *Macroscaphites striatosulcatus*.

M. Carez attribue aussi à l'Aptien supérieur les marno-calcaires glauconieux noirâtres à *Discoides decoratus* dont la retombée nord-est d'un autre anticlinal, presque parallèle à celui de Serviers, montre, à Malaigue, un très intéressant affleurement et qui constituent l'escarpement situé entre Montaren et Serviers,

escarpement longé par la route et la voie ferrée. Ces marno-calcaires à *Discoïdes* et Orbitolines plongent dans cette colline fortement au nord et sont recouverts par des couches, insuffisamment étudiées encore, appartenant au Cénomanien et au Turonien.

Au sud du hameau de Malaigue un dôme que longe la route de Nîmes, est formé de calcaire barrémien, à Requienies. La retombée nord-ouest est creusée dans les marno-calcaires aptiens. Tout contre le hameau de Malaigue on a, dans un chemin creux, la coupe suivante :

4° Grès calcarifères jaunâtres en plaquettes, avec rares Orbitolines et débris de fossiles indéterminables ;

3° Marnes sableuses jaunâtres et verdâtres, glauconieuses (rares *Holaster latissimus* [1], quelques Orbitolines) ;

2° Marno-calcaires noirâtres, verdâtres, vers le haut, très glauconieux, remplis de *Discoides decoratus*. On y trouve d'autres Oursins que M. Lambert a bien voulu étudier (*Phyllobrissus Kiliani* Lamb., espèce qui n'était connue que dans l'Aptien de Barcelone, *Hemidiadema rugosum* Ag., *Toxaster* cf. *Collegnoi* Sism.), *Terebratella* cf. *Astieriana*, d'assez rares *Belemnites semicanaliculatus* et quelques Orbitolines ;

1° Marno-calcaires noirâtres à *Belemnites semicanaliculatus*, *Ostrea aquila*.

D'après M. Carez, les couches 2, 3 et 4 sont aptiennes ; le Gault manquerait dans cette région. D'autres auteurs classent ces couches dans le Gault. Je ferai connaître les motifs qui militent en faveur de ces deux opinions.

1. *Holaster latissimus* est cité de l'Aptien supérieur, mais est surtout abondant dans le Gault (à Clar) et dans le Cénomanien (au Havre).

CONTRIBUTION A LA GÉOLOGIE DES CORBIÈRES

par M. A. de GROSSOUVRE.

Je me propose seulement de signaler ici diverses observations qui peuvent avoir quelque intérêt pour la géologie de ce pays et être susceptibles de servir de point de départ pour de nouvelles recherches.

I. — Coupe de l'eau salée au col du Linas.

On a donné à diverses reprises des coupes plus ou moins différentes des terrains qui, des marnes rouges à gypse et à quartz bipyramidé d'où émergent les eaux de la Sals, s'étendent jusqu'aux calcaires à Hippurites turoniens affleurant sur le revers méridional de la croupe, vers la métairie du Linas, où ils plongent sous les couches sénoniennes.

En montant au col, des calcaires gréseux m'ont fourni des Orbitolines que M. Douvillé, qui a bien voulu les examiner, rapporte à *Orbitolina lenticularis*, espèce de l'Aptien.

A un niveau plus élevé j'ai recueilli une autre série d'Orbitolines, *Orbitolina plana*, var. *mamillata*, du niveau de Fouras.

On voit donc que la série des terrains doit être plus complète qu'on ne l'a indiqué d'ordinaire.

II. — Couches renversées de la chaîne de Saint-Antoine de Galamus.

Dans les calcaires subordonnés aux marnes à Ichthyosarcolithes et à Orbitolines de la série renversée de Cubières, j'ai rencontré un Rudiste que M. Douvillé, d'après l'étude de son test, rapporte au genre *Schiosia*. Il est intéressant de constater que la faune de Rudistes de la Province orientale pénètre dans la région pyrénéenne et y prend contact avec la faune à Ichthyosarcolithes, Caprines et Caprinules de la Province occidentale.

Sous la masse calcaire (jurassique et infracrétacée) du Pic de Bugarach et au-dessus des marnes sénoniennes à *Micraster* se trouve un horizon marneux avec Orbitolines qui, d'après M. Douvillé, se rapportent à l'espèce de Vinport, près Tercis, et indiquent un niveau albien.

A Gabachou (Ariège), près de Freychenet, les calcaires à Caprines, supérieurs aux couches sénoniennes et recouverts par l'Infracrétacé, renferment au contraire l'espèce de Fouras, *Orbitolina plana*, var. *mamillata*.

III. — Sénonien des environs de Rennes-les-Bains.

La collection de l'Ecole des Mines renferme un échantillon de *Mitrocaprina Bayani*, espèce des couches à Hippurites de Benaïx et Leychert (Ariège), rapporté par Bayan et étiqueté comme provenant des environs de Rennes-les-Bains. Sur la demande de M. Douvillé, j'ai vérifié dans mes récoltes des Corbières si je n'y retrouvais pas cette espèce et j'ai pu constater que je l'avais recueillie dans les couches à Hippurites du Santonien supérieur qui affleurent à La Forêt, à l'ouest des Croutets. La présence de ce fossile dans les Corbières est ainsi confirmée en même temps que le niveau qu'il y occupe se trouve précisé.

Dans les marnes à Micraster des environs de Rennes, c'est-à-dire dans la zone à *Mortoniceras texanum*, j'ai recueilli un fragment d'Ammonite absolument identique au *Phylloceras glaneggense* Redtenbacher, sp., des couches de Gosau des environs de Salzbourg. A cette espèce se rapporte peut-être *Ammonites Traski* Gabb des couches à Poissons de Sahel-Alma (Liban).

Enfin je signalerai la présence dans le Santonien des Corbières d'une Ammonite qui me paraît devoir être identifiée à cette forme si particulière de *Desmoceras* caractérisée par une quille ventrale, *Desmoceras sugata* Forbes, de l'Hindoustan.

Ainsi s'affirme encore une fois la liaison des faunes de cette dernière région avec celles de l'Eurasie occidentale, liaison sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention en 1896 (*B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 86) et que sont venues confirmer toute une série d'observations ultérieures, en particulier la découverte en Tunisie de la faune campanienne à petites Ammonites ferrugineuses de Sidi-Abd-el-Kerim due à M. Pervinquière.

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN A SILEX DU SUD-OUEST DU BASSIN DE PARIS

par M. A. de GROSSOUVRE.

J'ai, dans une communication précédente, cherché à démontrer que le terrain du sud-ouest du Bassin de Paris désigné sous le nom d'*argile à silex* ne peut être assimilé à l'*argile à silex* qui est un résidu de décalcification par les agents météoriques. Depuis lors, j'ai envoyé un échantillon de la roche de Vierzon à notre

vice-président, M. E. Van den Broeck, dont la compétence sur ce sujet est incontestée et qui a publié un mémoire classique sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels sous l'influence des eaux météoriques. Notre confrère a eu l'amabilité d'étudier cette roche et voici ce qu'il m'écrit :

« Après avoir examiné avec soin l'échantillon de silice hydratée soluble, sorte d'opale non organique, que vous avez bien voulu m'envoyer, je l'ai passé à notre collègue, chimiste au Musée.

« Nous sommes d'accord tous deux pour reconnaître que ce dépôt *n'a rien à voir* avec *l'argile à silex* type normal et bien connu qui n'est sûrement qu'un produit d'altération.

« Ceci n'est certes pas de même origine que l'argile à silex... »

Je suis heureux de voir confirmée par les études personnelles de notre confrère la thèse que j'ai soutenue et j'espère que le secours de son autorité finira par convaincre ceux que mes arguments n'avaient pu ébranler.

Je crois donc qu'aujourd'hui la question peut, par tous ceux qui voudront bien l'étudier sans parti pris, être considérée comme tranchée et que l'on devra reconnaître que l'on a confondu sous le nom d'argile à silex des terrains fort différents. Il conviendrait de désigner chacun d'eux par un nom spécial. Une question de nomenclature se pose d'abord : à quel terrain doit-on réserver le terme d'argile à silex ? Il faudrait savoir dans quel sens cette expression a été employée en premier lieu, mais je n'ai pas sous la main les moyens de faire cette recherche. Je rappellerai seulement qu'autrefois l'argile à silex, produit d'altération, a souvent été nommée *Bief à silex*.

Si le nom d'argile à silex ne peut être donné au terrain à silex du sud-ouest de Paris, on pourrait peut-être conserver à la terre siliceuse celui de *Vierzonite* qui lui a été autrefois, je crois, attribué dans le commerce lorsqu'elle était utilisée comme matière absorbante de la nitroglycérine dans la fabrication de la dynamite : le terrain lui-même s'appellerait alors *Vierzonite à silex*.

Il resterait à étudier la genèse de cette curieuse roche.

SUR L'EXTENSION DE LA MER AQUITANIENNE DANS L'ENTRE-DEUX-MERS (GIRONDE)

par M. E. FALLOT

J'ai insisté à diverses reprises sur les dépôts aquitaniens de cette région naturelle de la Gironde, qui est comprise entre la Garonne et la Dordogne. Dans la *Notice relative à une carte géologique des environs de Bordeaux* que j'ai publiée en 1895 [1], j'ai donné une description stratigraphique de ces formations et, dans un travail subséquent [2], j'ai montré l'intérêt que présentent ces dépôts, au point de vue de la formation géographique de la région précitée.

Il résultait de ces recherches : 1° que l'on pouvait rencontrer un peu partout dans l'Entre-Deux-Mers, sur le calcaire à Astéries et aussi sur son faciès latéral oriental (la mollasse inférieure de l'Agenais), des lambeaux d'argiles ou de calcaires lacustres appartenant à l'Aquitanien inférieur; 2° que dans certains points particulièrement élevés et particulièrement respectés par les érosions postérieures, il existait des témoins de l'Aquitanien moyen marin sous deux formes : une argile grise à *Ostrea aginensis* Tourn. et une sorte de mollasse jaune à Scutelles et Amphiopes, placée au-dessus.

J'indiquais ces formations marines dans les communes de Mourens, Saint-Martial, Castelvieil et Gornac et je montrais l'analogie que les couches mollassiques présentaient avec celles de Sainte-Croix-du-Mont; je dois ajouter avec la partie inférieure de celles-ci, car nulle part au nord de cette dernière localité, je n'ai rencontré — au moins jusqu'ici — les bancs d'*Ostrea undata* Lk., qui y forment, d'une manière si remarquable, toute la partie supérieure de l'Aquitanien moyen.

J'ai depuis cette époque continué mes recherches, et j'ai pu constater que la mer aquitanienne avait pénétré plus loin encore que je ne l'avais indiqué alors. En explorant les buttes qui sont situées entre Soussac et Cazaugitat, j'ai pu constater la présence dans ces points de l'Aquitanien inférieur lacustre et j'ai pu

1. *Mém. Soc. Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 1895.
2. *Bull. Soc. géogr. commerciale de Bordeaux*, 19e année, p. 418, 1896.

ramasser au-dessus, à l'altitude de 138 mètres, au Moulin Launay (à l'est de la ruine), des morceaux assez nombreux de l'*O. aginensis*. Cela indique bien l'invasion de la mer aquitanienne dans la partie nord de l'Entre-Deux-Mers; ici l'argile a été délayée et enlevée par des courants torrentiels postérieurs et il n'est resté sur le calcaire lacustre (sans fossiles du reste) d'un blanc éclatant qui forme la butte la plus élevée de l'Entre-Deux-Mers, que des débris de l'Huître si caractéristique du Bazadais et d'un grand nombre de localités du Lot-et-Garonne.

La mer aquitanienne me paraît donc avoir formé une sorte de golfe dont les bords et les extrémités étaient jalonnés par des couches à *O. aginensis* et qui s'étalait dans une sorte de synclinal dont la concavité se fait particulièrement remarquer entre Cadillac et Saint-Macaire (fig. 1) sous les coteaux de Sainte-Croix-du-

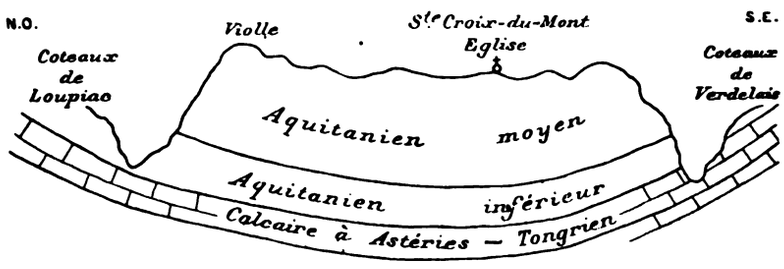


Fig. 1. — L'Aquitanien dans les coteaux de Sainte-Croix-du-Mont.

Mont [1]. Ce golfe s'étendait vers le nord et atteignait les environs de Soussac (fig. 2). Allait-il plus loin, c'est ce que j'ignore; mais je ne le crois pas. Au-delà de Soussac les couches se relèvent rapidement vers le nord et, on trouve successivement le calcaire à Astéries, très typique entre cette commune et la vallée de la Durège, puis au-dessous le calcaire lacustre à silex dit de Castillon, qui forme le haut des buttes qui entourent Gensac et Pessac-sur-

1. Je rappelle que l'Aquitanien inférieur est formé généralement sous Sainte-Croix du Mont par des marnes et des calcaires d'eau douce, que l'Aquitanien moyen, constitué en bas par une sorte de mollasse calcaire jaune à Scutelles, *O. producta* R. et D. etc., est formé dans sa partie supérieure par des bancs à *Ostrea undata* Lk. et que ceux-ci sont surmontés dans deux ou trois points par des lambeaux — trop restreints pour être indiqués sur la coupe — de calcaire d'eau douce, représentant probablement des vestiges de l'Aquitanien supérieur; Tournouër en a signalé un à Violle, M. Linder en cite également et l'on peut en voir un, consistant en plaquettes à *Dreissensia* et *Potamides*, dans la propriété de M. Minvielle.

Dordogne; et enfin on arrive au bord de cette rivière sur la mollasse du Fronsadais, c'est-à-dire que l'on rencontre les assises du Stampien, puis du Sannoisien.

A l'ouest d'une ligne passant à peu près par Cadillac-Saint-Brice, je n'ai pas trouvé un seul lambeau d'Aquitanien marin; je n'en ai pas vu non plus à l'est d'une ligne passant par Verdelais-Sauveterre-Cazaugitat, sauf dans les environs de La Réole. Quand on s'élève au nord-est de cette ville, qui est bâtie sur le calcaire à Astéries, on aperçoit des moulins à vent placés sur des buttes qui dominent d'une façon très pittoresque la vallée de la Garonne [1].

Fig. 2. — Carte indiquant la disposition probable de la mer aquitanienne dans la Gironde. — Échelle 1/750.000e.

Sous les moulins supérieurs dits du Mirail, à l'altitude de 110 à 120 mètres, on rencontre le calcaire lacustre blanc de l'Aquitanien inférieur, et au nord du hameau qui porte le même nom, on trouve par dessus, en grande abondance, l'*O. aginensis*, souvent d'assez

1. Voy. Tournouër. *B. S. G. F.*, (2), XXVI, p. 1000; Raulin. Note sur un aperçu de la carte géol. de la Gironde, 1875 (*Bull. Soc. géogr. comm.* Bordeaux). — Voyez aussi Benoist. *Actes Soc. Linn.*, t. XXXV, p. xxiii.

grande taille et valvée. Les mêmes fossiles se voient aussi à l'est de l'habitation désignée sous le nom de Duprat dans la carte au 1/40.000 de la Gironde.

En suivant le chemin qui du Mirail va rejoindre la grand'route de La Réole à Monségur, on remarque, dans les talus de la route côté est, un calcaire jaune marin à débris de fossiles, dans lesquels j'ai cru reconnaître *O. producta* R. et D. et qui ne serait autre chose qu'un petit lambeau d'Aquitanien marin occupant probablement la place des mollasses décrites plus haut, mais d'un faciès un peu différent [1].

Sur la route de La Réole à Monségur et sur celle de La Réole à Rolet, on retrouve le calcaire lacustre de l'Aquitanien inférieur, surtout autour des localités désignées sous le nom de Gravillouse (Graveilleuse).

J'ai vainement recherché jusqu'ici des lambeaux aquitaniens au nord et à l'est de ce point. Je ne l'ai pas trouvé aux environs de Monségur, ni entre Monségur et les buttes de Cazaugitat. La butte du moulin de Rochet qui occupe l'altitude 108 mètres, un peu au nord-ouest de Saint-Ferme, et qui pourrait se trouver dans les conditions géographiques requises pour cela, ne m'en a offert aucun vestige.

Il paraîtrait donc naturel de penser que le lambeau des environs de La Réole dépendait de quelque petit golfe secondaire communiquant avec la mer aquitanienne qui recouvrait le Bazadais et qui s'étendait de là vers l'ouest et le sud-ouest, en envoyant une baie plus importante découper la partie centrale de l'Entre-Deux-Mers que j'ai décrite auparavant et que l'on pourrait appeler le golfe de Gornac. Je donne ces conclusions au point de vue de la disposition de la mer aquitanienne sous les plus expresses réserves. Il en est de même pour les contours de cette mer plus au sud, notamment aux environs de Landiras et de Villagrains. Il est possible que le rivage n'ait pas été continu entre ces deux localités placées sur un bombement crétacé tant de fois décrit; il se pourrait qu'un bras de mer eût pénétré entre les deux et que le lambeau crétacé de Villagrains ait formé à cette époque une île complètement isolée; je n'ai jusqu'ici aucun renseignement à ce sujet. Quant au rivage de la mer aquitanienne plus au nord dans le Bordelais, il est très nettement accusé par les dépôts saumâtres à Cerites et *Neritina Ferussaci* Recluz, de l'Aquitanien inférieur qui pourraient être considérés comme les témoins d'au-

1. Quant aux vestiges d'Aquitanien supérieur qui pourraient exister dans ce point, leur attribution stratigraphique me paraît encore douteuse.

tant d'estuaires dans lesquels aboutissaient les déversoirs du grand lac de l'Entre-Deux-Mers.

Tels sont les résultats que j'ai pu retirer de mes observations. J'ajoute que la mer aquitanienne a laissé des dépôts bien plus à l'est dans le Lot-et-Garonne. Sous ce rapport les environs d'Aiguillon, de Nérac, de Casteljaloux sont fort intéressants, mais toutes ces localités sont placées sous une latitude plus méridionale.

Quant à la faune des lambeaux aquitaniens marins de l'Entre-Deux-Mers, elle est peu abondante ; les Amphiopes et les Scutelles qui en constituent la partie véritablement digne d'intérêt sont très rarement entières et d'une étude difficile à cause de leur encroûtement. Je crois ces dernières différentes d'une Scutelle à ambulacres très larges, que Tournouër a signalée aux environs de Pindères (Lot-et-Garonne) (et qu'il a désignée sous le nom de *Scutella Bonali* n. sp.). Les études que j'ai faites autour de la localité indiquée par notre regretté confrère, me portent à croire que cette espèce occupe un niveau un peu supérieur. Malgré toutes mes recherches, je ne l'ai guère trouvée qu'en morceaux, et cela au-dessus d'un calcaire rempli de Planorbes, qui par son aspect général se rapporte au calcaire gris de l'Agenais (Aquitanien supérieur). Je me propose, du reste, de revenir sur cette question et de publier les Echinides intéressants de la mollasse aquitanienne de l'Entre-Deux-Mers.

Mes explorations dans cette région m'ont amené à faire une autre observation. Je suis enclin à penser qu'il existe pour ainsi dire partout sur le calcaire à Astéries un dépôt argileux grisâtre avec concrétions calcaires qui passe insensiblement au calcaire lacustre de l'Aquitanien inférieur. Tournouër n'avait pas été sans remarquer cette formation qu'il avait étudiée de l'autre côté de la Garonne (rive gauche) et qu'il avait rattachée au Tongrien. Mes recherches dans l'Entre-Deux-Mers m'engagent au contraire à la rattacher plutôt à l'Aquitanien inférieur et à en faire le premier témoin de la période de régression de la mer qui a suivi si généralement dans le Sud-Ouest de la France la période tongrienne.

L'observation que je consigne ici et que j'avais faite déjà ailleurs me paraît concorder avec les constatations formulées par Pigeon dans sa remarquable *Carte géologique de la Gironde*, achevée en 1861. J'ai pu, depuis la publication de ma carte des environs de Bordeaux, me procurer un exemplaire de ce travail qui n'a jamais été mis en vente, et j'ai observé que Pigeon indiquait tout autour des parties saillantes du calcaire à Astéries de l'Entre-Deux-Mers qu'il appelle *grande formation marine*, une bande de ce

qu'il nomme la *formation lacustre moyenne* : ce n'est autre chose évidemment que les argiles à concrétions calcaires, passant dans certains points au calcaire lacustre de l'Aquitanien inférieur. J'ajoute que ce fidèle observateur a parfaitement indiqué aux environs de Mourens, de Gornac, de Castelvieil, de petits lambeaux de ce qu'il appelle la *formation marine moyenne*, et qui n'est autre chose que de l'Aquitanien moyen [1].

Malheureusement la carte est sans texte, et il est difficile, en l'absence de celui-ci, de comparer les désignations de Pigeon avec celles de la nomenclature actuelle. J'ai été néanmoins très heureux, par l'interprétation des faits, de me trouver d'accord avec un observateur dont je n'avais jamais pu me procurer le travail et qui — pour l'époque — a établi de la façon la plus sagace et la plus remarquable, une carte géologique de la Gironde à petite échelle.

M. **Fallot** fait connaître les résultats d'*un nouveau sondage artésien à Bordeaux* (*La Bastide*). Les sables quartzeux à Nummulites du Lutétien auraient été atteints vers 226 mètres de profondeur et, à 244 mètres, d'après les renseignements du chef-sondeur, le débit de l'eau jaillissante aurait été de 2.700 litres à la minute. Le puits a été continué jusqu'à 314 mètres, toujours dans les couches à Nummulites ; le plus souvent sous la forme de sables, elles présentent de temps en temps des grès en plaquettes très durs et des veines d'argile. Les Nummulites, très abondantes, sont généralement usées et difficiles à déterminer. Les formes les plus nettes (vers 275 m.) semblent se rapporter à *N. lucasana*, mais il y en a d'autres plus grandes. Le débit à 314 mètres, tel qu'il a été calculé le 22 mars dernier, était d'environ 2.230 litres à la minute ; il aurait donc sensiblement diminué. Au point de vue géologique, ce sondage est particulièrement intéressant, en ce qu'il nous montre une fois de plus, sous Bordeaux, la constance des sables à Nummulites, inférieurs au calcaire grossier de Blaye, et leur importance capitale comme niveau d'eau.

1. Pigeon avait du reste suivi les indications de Drouot (Voy. *Actes Acad.* Bordeaux, 1839, p. 649) qui appelle 2e *terrain d'eau douce* la « formation lacustre moyenne » et *mollasse coquillière* la « formation marine moyenne ». Ce dernier auteur a remarquablement décrit sous ces noms anciens l'Aquitanien inférieur et l'Aquitanien moyen.

Séance du 4 Novembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce trois présentations.

M. **Albert Gaudry** fait hommage à la Société, au nom de M. le professeur Capellini, d'un mémoire intitulé : *Balenottera miocenica del Monte Titano, republica di San Marino;* in-folio, avec 2 planches, Bologne, 1901.

Des ouvriers, exploitant le calcaire miocène du Monte Titano, pour fournir des pierres au nouveau palais de la Régence de San Marino, ont mis à découvert un animal de la famille des Baleines. C'est un travail énorme que l'extraction d'un si grand Cétacé. Notre savant confrère de Bologne, dont tous les géologues connaissent le dévouement à la science, n'a pas reculé devant cette lourde tâche. Il a été aidé par le gouvernement italien. La tête a été d'abord en partie dégagée, et on en a fait un moulage grossier qui a été envoyé à l'exposition internationale de Paris, puis donné au Muséum. Plus récemment, elle a été dégagée complètement avec les os du squelette qui l'accompagnaient, et aujourd'hui M. Capellini nous annonce que c'est une des merveilles du Musée géologique de Bologne. Le Cétacé de San Marino est inscrit sous le nom d'*Aulocetus sammarinensis*.

M. **Albert Gaudry** présente ensuite une note intitulée : *Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux*. Cette note a été faite à propos du Congrès international d'anthropologie et publiée dans la Revue que dirigent MM. Boule et Verneau (*L'Anthropologie*, XII, 1901, p. 93, 14 fig. dans le texte). C'est une addition aux ingénieuses recherches de Cope, d'Osborn et des autres savants qui ont mis en lumière la ressemblance des molaires supérieures des animaux du Torréjon et de celles de l'Homme.

Il n'est pas toujours facile de déterminer avec des pièces isolées si on est en présence de restes d'Homme ou de Singe. On peut cependant faire les remarques suivantes : La face de l'Homme est

droite ; la face droite est en rapport avec le raccourcissement des mâchoires ; ce raccourcissement entraîne celui des dents. Le raccourcissement des dents molaires porte sur la diminution d'un de leurs denticules. A la mâchoire supérieure, il se produit sur le deuxième denticule interne. La note présentée à la Société renferme des figures d'un *Oreopithecus*, d'un *Dryopithecus*, d'un Orang-outan, d'un Gorille, d'un Gibbon, d'un Chimpanzé, d'un Homme prognathe (Australien), d'un Homme orthognathe (Français); on peut suivre, sur ces figures, l'amoindrissement du deuxième denticule interne.

La même note montre une figure des molaires supérieures de l'*Arctocyon* de Cernay, où l'état du deuxième denticule interne, comme chez quelques fossiles du Torréjon, est le même que chez les Hommes de race élevée.

Tandis que les dents se sont agrandies et compliquées, pendant les temps géologiques, chez les animaux dont la nutrition est la principale fonction, elles se sont simplifiées chez les êtres qui pensent et où le développement des os a pour but essentiel d'envelopper un vaste cerveau.

M. **Cossmann** dépose sur le Bureau, pour la Bibliothèque de la Société, un exemplaire d'une petite brochure, intitulée : *Additions à la faune nummulitique de l'Egypte*, et publiée il y a quelques mois, par le Bulletin de l'Institut égyptien.

La communication en a été faite dans l'une des dernières séances de 1900 ; elle comporte 30 p. de texte et 3 pl. en phototypie.

La faune éocénique de l'Egypte a été déjà étudiée par le professeur Mayer-Eymar, qui a recueilli beaucoup de fossiles dans divers gisements du territoire égyptien. Il a identifié plusieurs de ces espèces avec celles du Bassin de Paris ; mais d'après l'examen que j'ai fait de nouveaux matériaux recueillis par notre confrère M. Fourtau, et assez bien conservés avec leur test, on peut être à peu près certain qu'il n'y a, pour ainsi dire, aucune espèce identique à celles des environs de Paris, quoique l'aspect général de cette faune soit, génériquement, tout-à-fait semblable.

M. **Cossmann** offre également à la Bibliothèque de la Société, la quatrième livraison de ses *Essais de Paléoconchologie comparée*, parue au mois d'octobre dernier. Cette livraison, qui comprend environ 300 pages de texte et 10 planches phototypées, traite des familles : *Fusidæ*, *Turbinellidæ*, *Chrysodomidæ*, *Pyramimitridæ*, *Strepturidæ*, *Buccinidæ*, *Nassidæ*, *Collumbellidæ*, formant un ensemble assez homogène parmi les Gastropodes, et

chez lesquelles le canal siphonal, d'abord très long et rectiligne, se modifie successivement pour se réduire finalement à une profonde échancrure basale.

Le classement des fossiles appartenant à tous ces différents groupes ne laisse pas que de présenter de très sérieuses difficultés, attendu que le paléontologiste est obligé de se guider souvent d'après des caractères peu apparents, pour placer des coquilles, d'un aspect à peu près semblables, dans des genres qui peuvent même ne pas appartenir à la même famille.

Trois des familles précitées sont nouvelles ; le nombre des genres nouveaux n'est pas considérable, mais leur groupement a donné lieu à quelques rectifications importantes.

Au point de vue phylogénétique, une constatation ressort immédiatement : c'est l'origine relativement récente des *Fusidæ* et *Buccinidæ*, dont l'ancienneté ne remonte guère au-delà des couches crétaciques tout à fait supérieures ; les formes néocomiennes, — et à *fortiori* jurassiques, — qu'on attribuait à ces familles sont des échantillons mal conservés d'*Alaria* ou de *Purpurina*.

Cette quatrième livraison se termine par une table alphabétique, générale, de toutes les espèces citées dans les quatre premières livraisons, de manière que le lecteur puisse immédiatement savoir dans quels genres elles ont été transportées ou conservées.

M. **A. de Lapparent** présente, de la part de l'auteur, M. F. Kerforne, l'*étude de la région silurique occidentale de la presqu'île de Crozon (Finistère)*. Il fait ressortir les mérites de ce travail, qui imprime à nos connaissances sur cette région de l'Armorique une précision toute particulière.

M. **Munier-Chalmas** ajoute que le travail de M. Kerforne, présenté comme sujet de thèse de doctorat en Sorbonne, mérite d'attirer l'attention des géologues ; c'est une contribution importante à la géologie si intéressante de la Bretagne.

M. **Douvillé** présente à la Société des échantillons de Rudistes provenant de localités nouvelles et intéressantes :

1° Une série d'Hippurites envoyées par un ancien élève de l'Ecole des Mines, M. l'ingénieur Agababoff, de Bakou. Ils proviennent du Petit-Caucase au N. de la pointe du lac Goktscha et dans le voisinage du point où se rencontrent les limites des trois gouvernements d'Elisabethpol, d'Erivan et de Tiflis (sommet de

la chaîne de montagne au nord-ouest du village de Dilijan, à 5 ou 6 kilomètres du monastère arménien Hagharzine, gouvernement d'Elisabethpol). Ces échantillons sont assez bien conservés mais ce ne sont que des tronçons, la valve supérieure manque et il n'a pas encore été possible d'avoir une bonne coupe de l'appareil cardinal. Ils appartiennent tous à la même espèce; l'arête cardinale est tronquée, les deux piliers sont pincés à la base et la disposition générale rappelle celles des *H. presulcatus* et *Chalmasi*.

2° Un groupe de deux Radiolites, rappelant le *R. angeiodes*, provenant de la rive droite de l'Euphrate, près de Keban. Ce qui donne un intérêt particulier à cette localité c'est qu'elle se trouve dans le voisinage immédiat de Hakim Khan, d'où l'on suppose provenir les Hippurites rapportés autrefois par Loftus. Cet échantillon fait partie de l'ancienne collection de l'École des Mines.

M. **H. Dallemagne**. — *Le creusement de la vallée de la Bidassoa*.

La vallée de la Bidassoa présente un exemple frappant de creusement rapide par les eaux de fonte des glaciers quaternaires des Pyrénées comme il est facile de le constater en suivant la rivière, depuis la Venta-de-Yanci jusqu'à Fontarrabie.

On remarque de place en place, à une hauteur de 15 à 20 mètres environ au-dessus du niveau actuel des eaux du fleuve, des dépôts alluvionnaires composés de cailloux roulés, d'argiles ocreuses et de sables renfermant toutes les variétés de roches de la vallée. Les galets ont parfois des dimensions atteignant un demi-mètre cube. A ce même niveau les calcaires de Vera sont fortement rongés.

Les dépôts les plus importants occupent la rive droite. Cependant il existe sur la rive gauche un important dépôt à Lastaola, en face de Biriatou, et un autre à Fontarrabie. Ce dernier repose à 20 mètres au-dessus du niveau de la mer en discordance sur les schistes turoniens qui constituent la partie ouest de la plage de Fontarrabie, en face la Villa Polita. L'importance de ce dépôt avait fait penser que l'Oarso-Ibai qui se jette actuellement dans le port de Pasajes, devait déverser ses eaux à Fontarrabie. Cette version me semble devoir être abandonnée car j'ai trouvé dans ces alluvions des galets d'ophite qui ne peuvent provenir que de la Bidassoa, la vallée de l'Oarso ne renfermant aucune trace de cette roche.

La rapidité du creusement du lit de la Bidassoa semble indéniable si l'on remarque qu'il n'existe aucun autre dépôt entre la ligne relativement continue des alluvions que je viens de signaler et celles qui se déposent actuellement dans le lit du fleuve.

Sayn et **Roman**. — *Composition du Barrêmien sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers.*

En suivant les berges de la rivière de l'Escoutaye, à partir du village de Saint-Thomé et en se dirigeant vers l'ouest, on peut observer une succession très nette de la partie inférieure de cet étage.

La série barrêmienne vient butter par faille un peu à l'est de Saint-Thomé contre des calcaires gris-bleu compacts que l'on peut classer dans l'Aptien inférieur (Bedoulien) par leur analogie avec les calcaires exploités au hameau de Saint-Alban, et fossilifères en ce point.

Le village de Saint-Thomé est construit sur un escarpement barrêmien dont la composition est la suivante :

1. Au pied de la falaise, sur le bord de la rivière, la série débute par des calcaires marneux avec *Crioceras* du groupe de *Kœchlini* Astier de grande taille, accompagnés de grands *Desmoceras* ordinairement écrasés.

2. Au niveau de la route, s'observe un banc de calcaire marneux intercalé entre les marnes avec nombreux *Holcodiscus fallax* Matheron accompagnés de quelques formes du même genre et de *Pulchellia*.

Un peu au delà du village de Saint-Thomé les escarpements de la rive gauche puis ceux de la rive droite de la rivière viennent compléter la coupe du Barrêmien.

La série débute par des calcaires marneux à *Crioceras Kœchlini* et *Ancyloceras Tabarelli* Astier.

Au dessus viennent des bancs marneux avec nombreux *Hamulina* de petite taille accompagnés d'*Holcodiscus* et de quelques *Pulchellia*.

La coupe interrompue par les alluvions se continue sur la rive droite, par des bancs de calcaire plus compacts avec *Desmoceras* du gr. *difficile* et *Desmoceras Fabrei* Torcapel, bien typique.

L'ensemble est surmonté par des bancs calcaires bien visibles au niveau de la rivière où abondent *Pulchellia compressissima* et *Pulchellia pulchella*.

Le Barrêmien inférieur paraît se terminer par des assises marneuses intercalées entre des bancs de calcaire et renfermant quelques fossiles pyriteux, *Leptoceras* et *Pulchellia* aff. *provincialis* d'Orb.

Le Barrêmien supérieur est formé de calcaires blancs en bancs épais, peu fossilifères ; nous avons pu cependant observer quelques débris d'*Heteroceras Giraudi* Kil. qui ne semblent laisser aucun doute sur leur âge.

SUR LE GRAPHISME
DE LA CARTE DU SUD-OUEST DES ALPES-MARITIMES

par M. **A. GUÉBHARD** [1].

L'auteur est heureux de faire hommage à la Société, en même temps que de deux mémoires parus dans les *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences* [2], de la première épreuve définitive, excellemment gravée par M. Wuhrer, de sa *Carte géologique au 1/80.000 du S.-O. des Alpes-Maritimes*, appelée à paraître prochainement dans le volume du *Congrès géologique international de 1900*, et qui comprend toute la partie principale, un peu rognée au nord et au sud, mais étendue à l'est jusqu'au Var, de la carte manuscrite, limitée, à l'ouest, à la Siagne, présentée à la Société dans la séance du 2 avril 1900 [3] comme première amorce d'un ensemble cartographique qui, dans le plan primitif de l'auteur, était destiné à montrer synoptiquement le raccord des plis du Var avec ceux de la Durance.

Appelé, dans des conditions trop honorables pour qu'il s'y pût soustraire, à anticiper sa publication, M. Guébhard n'insistera pas sur les faits de *recoupements et étoilements de plis* que fait ressortir, malgré l'absence de la planche de coupes qui en constituera le complément nécessaire, la seule vue de cette carte, mieux que les explications du mémoire auquel elle sert d'illustration. Mais, à la suite d'observations diverses, dont l'autorité ne le disputait qu'à la bienveillance, sur l'originalité du graphisme de ce travail de simple géologue amateur, il semble indispensable de revenir, par quelques explications détaillées, sur l'assurance, antérieurement donnée, que, si réellement quelques particularités apparaissent, elles ne sont nullement dues à un parti-pris de systématisation personnelle, mais se sont peu à peu impérieusement imposées comme une émanation invincible de l'observation des faits, au fur

1. Note parvenue au secrétariat le 1er juillet 1901 et présentée à la Séance de la Réunion extraordinaire du 3 septembre 1901 à Lausanne.

2. *Les problèmes tectoniques de la commune d'Escragnolles* (*A.-M.*) avec 3 figures, 1 carte en couleurs et planche de coupes superposables (*A. F. A. S.*, XXIX, 580). — *Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires dans le sud-est de la Provence*, en collaboration avec M. L. Laurent (*A. F. A. S.*, XXIX, 555).

3. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 268.

et à mesure qu'étaient serrés de plus en plus près sur le terrain les contours des premières cartes, au 1/50.000, de Saint-Vallier-de-Thiey (A.-M.) [1] et de Mons (Var) [2] : premiers essais d'apprenti géologue absolument dénués d'artifice, où il n'est pourtant pas difficile de retrouver tous les éléments de ces formes particulières de courbes qui, par leur répétition, devaient fatalement, à la longue, faire sauter aux yeux l'existence d'une loi générale des tracés, laquelle, une fois formulée, devait à son tour très légitimement être prise pour guide dans les cas exceptionnels où l'observation topographique, par suite de difficultés matérielles, aurait laissé place à quelque incertitude non résolue sur le terrain.

Comment se ferait-il que, par leur simple réduction au 1/80.000, ces contours, de plus en plus précisés par d'incessantes campagnes de révision, eussent vu leur « air de vérité » se transformer en un air suspect? Serait-ce uniquement que la concentration forcée, à si petite échelle, sans en rien laisser perdre, d'une masse inaccoutumée de minuscules détails ; ou encore la subdivision rigoureusement effectuée, grâce à une lente éducation de l'œil et une patiente recherche de fossiles, obligeamment déterminés par M. W. Kilian, du Jurassique en neuf bandes, de l'Infralias en deux et du Trias supérieur lui-même (mais ceci un peu plus artificiellement), en trois ; serait-ce que tout cela, multipliant et resserrant les contours au point de dépasser presque les ressourses chromatiques de la lithographie, aurait suffi à donner à l'ensemble, par condensation, un aspect réellement différent de celui des cartes, longtemps dites « détaillées », déjà publiées officiellement à même échelle, mais où il est impossible que chaque centimètre carré de surface figurée représente la même somme d'observations, la même dépense de forces physiques et mentales que dans l'œuvre indépendante et bénévole du modeste villageois qui, détaché de toutes choses, attaché à celle-là seule, jamais retenu par sa grandeur à aucun rivage, distrait de son but par aucune fonction, gêné dans le présent par aucun lien, poussé vers l'avenir par aucune ambition, matériellement libre, enfin, dans toute l'acception du mot, libre de s'asservir librement à un travail librement choisi, et de consacrer uniquement toutes ses ressources au culte de la Science pour elle-même, a pu multiplier presque à l'infini par le facteur Temps ses efforts continûment concentrés sur une tâche unique, et ainsi, d'infinitésimaux qu'ils pouvaient paraître, les transformer en une somme intégrale, de physionomie peut-être inattendue, mais finalement

1. *A. F. A. S.*, XXIII, 489, pl. VII et VIII.
2. *Bull. de la Soc. d'études scientifiques de Draguignan*, XX, 225-320, 1897.

aussi acceptable que celle que peuvent donner des efforts plus importants comme valeur et plus autorisés comme marque, mais aussi plus éparpillés dans l'espaee, et clairsemés dans le temps ?

Force fut pourtant à l'auteur, regardant son œuvre moins immodestement, de reconnaître qu'il devait y avoir encore autre chose, et qu'à côté de l'originalité certaine de la méthode d'observation, peut-être fallait-il s'en prendre à celle des lieux observés, ou de la part interprétative de l'observateur. A voir, dans la variété régionale des diverses parties de la carte, l'espèce de monotonie harmonique des contours, avec répétition fréquente de certaines formes fondamentales peu nombreuses, on est tenté de se demander si ce n'est point par un effet de l'art plutôt que de la nature que se résout à un graphique si simple en sa complexité l'apparent chaos de régions particulièrement tourmentées, représenté, en définitive, par un réseau qui, à force de braver paradoxalement le réseau orographique, finit par lui emprunter cette propriété fondamentale de faire sauter aux yeux, quoique non figurées, les lignes de maximum de courbure des surfaces représentées, — axes tectoniques de plissement, dans un cas, lignes de plus grande pente dans l'autre.

Mais, d'abord, pourquoi ne voudrait-on pas que le système des lignes de niveau géologiques eût de commun avec celui des lignes de niveau topographiques un certain parallélisme ondulatoire des courbes, si celles-ci toujours représentent l'intersection de la surface érodée du globe avec un système d'autres surfaces, parallèles elles-mêmes entre elles et à peu près équidistantes, simplement planes et horizontales, dans un cas, courbes et plus ou moins cylindriques, dans l'autre ?

Or, une constatation facile à faire relativement au Jurassique, ossature de la région, est que ses 300 à 400 mètres d'épaisseur sont très nettement formés d'assises parallèles, et d'étages très sensiblement égaux en puissance. Ne le fussent-ils pas, comme souvent l'Oxfordien, épaissi au détriment de son substratum, que cela n'empêcherait pas cette conclusion forcée, que toute cette masse, régulièrement feuilletée, ayant toujours subi en bloc toutes les déformations, plissures, ruptures, etc., et finalement toutes les érosions qui en mettent actuellement à jour les tranches, celles-ci doivent, dans leur ensemble, conserver toujours l'aspect jaspé que donnerait, de quelque manière qu'on le déchiquète, un cahier de feuilles de papier, plié, chiffonné, déchiré, découpé, où l'individualité de chaque pli, si on la recherche, se retrouve dans l'orientation suivant un axe commun des sommets de courbes fermées analogues à celles d'un bois veiné.

Ce sont ces formes de courbes qui devaient ressortir fatalement de la carte d'une telle région, pour peu que cette carte fût exacte, et c'est ce qui ne manqua pas de me frapper dès mes premières publications, faites assurément — et pour cause — en dehors de tout parti-pris théorique. Mais constater un fait n'est rien si l'on n'en sait chercher la raison et tirer les conséquences. Observer n'est que le commencement de la science : réfléchir, en doit être l'indispensable suite, et conclure le profitable but. Ainsi fus-je amené à formuler d'abord, (en la restreignant, d'ailleurs, strictement au champ de mes observations personnelles), cette loi de l'orientation générale des sommets (ou points de maximum de courbure des contours géologiques) sur certaines lignes qui sont les traces terrestres des surfaces axiales de plissement ; puis à constater que cela ne pouvait être dû qu'à la structure régulièrement feuilletée de l'ossature jurassique de la région étudiée et au parallélisme ordinaire des strates, peu ou point transgressives. Aussi est-il curieux de rapprocher *a posteriori*, de ce fait de simple observation, la formule théorique à laquelle aboutissait par le calcul, en 1881, M. G. Coutagne, dans une remarquable étude mathématique, qu'il a bien voulu me communiquer, sur *L'emploi de cartes géologiques spéciales pour l'étude des ploiements, contournements et ruptures que présentent les terrains stratifiés* [3].

« Il est à remarquer, dit M. Coutagne, que les formes géométriques élémentaires auxquelles le géologue sera ramené sont en beaucoup plus petit nombre que celles que le topographe a l'occasion de figurer; car, tandis que la surface du sol peut présenter les ondulations et les accidents les plus divers, les surfaces de séparation des strates, primitivement planes, puis ployées et tordues, sont devenues développables; d'un autre côté, la résistance à l'écrasement dans le sens de la normale aux strates, est une seconde cause qui est venue limiter le nombre des dispositions possibles, en assujettissant en quelque sorte les surfaces de lit à constituer un ensemble de nappes parallèles. En fait, ces surfaces de lit peuvent être assimilées, le plus souvent, à des surfaces cylindriques à directrices sinusoïdales, et beaucoup plus rarement à des surfaces coniques ou gauches. »

En vérité cette dernière assimilation n'est qu'assez exceptionnellement réalisée dans nos régions à plissements entrecroisés, où le surplissement de chaque pli, qu'il s'agisse de l'anticlinal ou du synclinal, a ondulé sinusoïdalement les génératrices elles-mêmes

3. *Bulletin de la Soc. linnéenne de Lyon*, 7 nov. 1881.

du cylindre primitif et égrené celui-ci, le long de son axe, en alternatives de renflements et rétrécissements, en chapelets de dômes ou de cuvettes plus ou moins ellipsoïdaux, raccordés par des cols ou gorges plus ou moins hyperboloïdaux.

Mais n'est-il pas remarquable que l'humble géologue, simplement astreint à l'observation méticuleuse et au rendu consciencieux du terrain, soit arrivé, d'une manière tout-à-fait indépendante, et par l'emploi, très terre à terre et sans préjugé, des simples moyens de tout le monde [1], à des formules qui rappellent presque littéralement celles du distingué théoricien et à des constatations qui permettraient d'appliquer au vulgaire contour géologique, ou ligne d'intersection des surfaces de lit elles-mêmes avec la surface du sol, certaines des propriétés attribuées par le calcul à la « surface stratigraphique », pure entité géométrique, de M. Coutagne ? Et n'est-il pas vraiment curieux encore que celui-ci ait été conduit de son côté à noter des cas bien déterminés où sa figuration devient quasiment indépendante des accidents topographiques de la surface du sol ? [2]

Laissant aux calculateurs moins déshabitués que moi-même de l'usage des hautes mathématiques, le soin de dire le pourquoi de ces singulières coïncidences, je me borne à les signaler sans y chercher superflûment un argument de plus à l'appui de constatations directement émanées des faits et indépendantes de toute théorie. Mais si, après avoir vu celles-ci se vérifier constamment et ne jamais se démentir, à l'épreuve quotidienne d'observations indéfiniment répétées, j'ai fini par les ériger en règles et les prendre pour guides, à leur tour, dans la recherche de faits nouveaux ou l'interprétation de faits douteux, n'était-ce pas là procéder suivant la plus stricte méthode scientifique, qui veut qu'on se serve du connu pour aller à l'inconnu, et de celui-ci pour constamment vérifier l'autre ?

Certes, je ne saurais prétendre, avec l'extension de plus en plus

1. Toutes les désignations littérales des terrains, dans ma carte, ont été empruntées sans discussion au *panneau des Alpes* du Service des Mines à l'Exposition.

2. Il est vrai que cette indépendance, dans mes tracés, n'est presque jamais qu'apparente et limitée aux petits accidents, tandis qu'il est facile, au contraire, de constater partout la très étroite dépendance du relief orographique et du figuré géologique, mais, cela, dans les grandes lignes et nullement suivant l'antique tradition qui faisait suivre servilement au contour géologique dans nos pays à stratification presque toujours redressée, tout comme aux environs de Paris, les plus petites et souvent les plus imprécises sinuosités de la vulgaire courbe de niveau.

grande de mes recherches, avoir, comme au temps de mes premières monographies, suivi pas à pas des contours complets avant de les arrêter sur le papier. Mais si, après m'être transporté successivement dans chaque centre à peu près habitable de ma région, tout le temps nécessaire pour parcourir autant de fois qu'il fallait chacun des sentiers du cadastre, et tous les points douteux en dehors ; après avoir repéré à quelques mètres près, sur les plans d'assemblage de chaque commune, complétés eux-mêmes, au besoin, de toutes les indications utiles des plans parcellaires au 1/2.500 ou 1/1.250, chaque affleurement, chaque pendage, chaque accident, fixé par l'écrit, le dessin, la photographie, les moindres particularités ; lorsque je m'essaie, presque toujours en face du terrain lui-même, à relier en contours définitifs tous les points de recoupement notés sur la trame serrée du réseau des chemins cadastraux, autrement exacte que celle des routes de l'Etat-major ; si, alors, il reste, par extraordinaire, un tant soit peu de *jeu*, n'est-ce pas à bon droit que je prends pour guide sur le papier, où il a été toujours, le premier, fixé avec certitude, cet *axe synclinal* qui m'a servi de guide sur le terrain, où il a été toujours, le premier, l'objet de mes recherches ?

Et s'il m'est arrivé parfois, après avoir rigoureusement tracé les parties connues de cet axe, de me servir d'une hypothétique prolongation de ce vrai fil d'Ariane pour prévoir, d'un simple petit coup de crayon, des faits qu'ensuite, à travers les plus grands obstacles matériels, je trouvais sans cesse et comme mathématiquement conformes à la prévision établie, devinant presque à coup sûr, de très loin, l'existence et jusqu'à la position de certains lambeaux de terrains récents posés comme jalons synclinaux au milieu des plus anciens, sans qu'aucun gros accident orographique n'attirât l'œil sur eux, ne suis-je pas en droit de voir là la consécration la meilleure d'une méthode de travail qui, sortie directement de l'observation des faits, arrive à en prévoir d'autres, par un contrôle perpétuel et presque infaillible d'elle-même ?

Et si, après avoir constaté cent fois, dans les ravins les plus profonds, sur les sommets les plus ardus, comment toujours et partout l'accident orographique, sous la dépendance immédiate de l'accident géologique, n'a sur la figuration de celui-ci en plan qu'une influence ou presque nulle ou franchement exagérante, suivant qu'il est ou perpendiculaire, ou longitudinal, j'ai laissé à certaines de mes courbes cette sorte de rigidité qui traverse imperturbable les ondulations des courbes de niveau ordinaires, me reprochera-t-on d'avoir peut-être exagéré par places un fait réellement observé

en maintes autres, et de ne m'être point livré à cette facile simulation d'exactitude qui, venue des pays à stratification presque horizontale, se contente de modeler simplement sur les lignes d'altitude les bandes d'affleurements ?

Et si, enfin, depuis l'époque où, partant de la « table rase » de Descartes, je m'exerçais timidement à épeler l'alphabet de la géologie locale, j'ai vu toujours revenir sous mes yeux, comme des caractères élémentaires, certaines formes spéciales de contours, correspondant à certaines formes déterminées d'accidents, me tiendra-t-on rigueur de les avoir exceptionnellement appliquées, plutôt que la fantaisie pure, à tel cas demeuré douteux ? N'est-ce pas ainsi que sont obligés de faire les déchiffreurs de langues inconnues, lorsqu'après s'être rendus maîtres de quelques lettres radicales du mot, s'ils ne peuvent deviner les autres, ils les interpolent d'après les connaissances préalablement acquises ?

En vérité le cas n'a pas été fréquent, et ce n'est point me vanter, après le temps que j'y ai mis, que de dire qu'en possession enfin à peu près complète de mon alphabet tout entier, je n'ai rien écrit que je n'eusse lu au grand livre de Nature, rien traduit que je n'eusse *compris*. Certes je n'ai jamais su séparer l'observation du raisonnement, mais pas davantage celui-ci de celle-là. Des yeux pour voir, un cerveau pour comprendre et puis pour guider : voilà définie la part de « coefficient personnel » qui a pu entrer dans des tracés, dont beaucoup sont, chacun pourra s'en convaincre sur le terrain, comme de strictes photographies de la réalité vue en affleurements dénudés sur le flanc aride de nos monts.

C'est avant tout une œuvre de sincérité que j'ai voulu faire : de sincérité réfléchie, évidemment, mais aucunement systématique, et toujours obéissant aux faits, sans chercher à leur commander. Et je ne crains pas d'affirmer, si large part que j'aime à faire à l'*errare humanum est*, que partout où semblera inexact un recoupement de contour et de chemin, ce sera presque toujours celui-ci et non celui-là qui aura été fautivement tracé [1].

Si, après cela, je suis arrivé à réaliser ce désidératum élémentaire, si rarement rempli par les meilleures cartes topographiques, de montrer en chaque point ce qui est, et rien autre, c'est-à-dire de pouvoir servir de guide sûr à l'excursionniste ; si j'ai satisfait l'ambition

1. J'ai eu la bonne fortune d'avoir la primeur, pour ma carte, du fond topographique *revisé* de l'Etat-Major. Grâce à cela, ont disparu beaucoup de discordances : mais pas toutes, car certains tracés de routes sont encore incorrects (par exemple à l'ouest de la célèbre Collette de Clars), et je n'ai jamais voulu fausser pour eux mes contours géologiques.

de fournir au penseur, fût-ce sous une forme inclassique, quelques suggestions de structure et au géologue une image facilement saisissable, non pas de mes conceptions *a priori* transportées sur le terrain, mais de la constitution réelle, si pénible à déchiffrer, d'un coin de la terre de Provence ; si surtout viennent bientôt, de la part des hautes compétences, les vérifications appelées de tous mes vœux ; que m'importera, novateur sans le savoir et sans le vouloir, que le « trop-vrai » ait pu, de prime abord, paraître invraisemblable, et le « pas-encore-vu », en attendant l'accoutumance, intriguer ou même choquer l'œil ?

NOTE SUR LA LIMITE MÉRIDIONALE DU NÉOCOMIEN DANS LES ALPES-MARITIMES

par M. A. GUÉBHARD.

Lorsque M. Collot, comme conclusion de son importante « Description des terrains crétacés dans une partie de la Basse Provence », résuma dans un graphique très intéressant « l'extension approximative des étages crétacés dans la Basse Provence [1] », je fus frappé, pour ce qui concerne la limite du Néocomien dans les Alpes-Maritimes, d'une singulière discordance entre le texte et la planche. Tandis que le texte disait très justement que « la limite de la mer néocomienne s'avançait par... Brovès, Saint-Vallier, Caussols, Vence, Nice,» le dessin faisait, à partir de Brovès, remonter le rivage néocomien bien au nord de la rive cénomanienne, laissant fort au sud et Saint-Vallier et même Caussols. Or, si le Néocomien, qui se montre à Caussols presque aussi puissant qu'à Escragnolles, quoique toujours dépourvu de sa base valanginienne, n'est plus, à Saint-Vallier, qu'à l'état de lambeaux de bordure très réduits d'épaisseur, il n'est pas moins certain que l'un de ces lambeaux se montre au sud comme le dernier représentant du Crétacé, verticalement pincé entre le Jurassique et le poudingue infra-nummulitique, au quartier d'Arboin.

C'est donc le texte de M. Collot qui avait raison et je crois répondre au très honorable scrupule qu'a toujours mis cet auteur à rectifier lui-même ses tracés au fur et à mesure des documentations nouvelles, en apportant ici la contribution de mes observations personnelles dans la région.

1. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 49, 1889, et (3), XIX, p. 39, 1890.

Si l'on s'avance à l'est, il est parfaitement certain, comme le faisait remarquer M. Potier à l'excursion de Vence de la Réunion extraordinaire de 1877 [1] qu'on peut voir, à Vence, sur de grandes étendues, le Cénomanien directement superposé aux calcaires blancs du Jurassique supérieur. Sans aller si loin, la même chose est constatable à l'est du village de Tourrettes-sur-Loup (qu'il ne faut pas confondre avec le Tourrette-Levens de l'autre côté du Var, au nord de Nice). Mais, à quelque cinq cent mètres au-delà, au bord même de la grande route, avant d'arriver aux sablières de roche éruptive que recouvre nettement le poudingue de base de la Mollasse [2], on peut voir la coupe d'une petite voûte néocomienne parfaitement caractérisée, avec son double faciès barrêmien glauconieux et hauterivien oolithique ferrugineux.

De même, sur l'autre bordure crétacée du synclinal nummulitique nord-sud qui descend à l'est de Vence, j'ai récolté, au fond du Val Estrèche, à la limite des communes de Saint-Jeannet et La Gaude, dans un lambeau mis à jour par l'érosion du vallon et anciennement signalé par M. H. Ambayrac, de nombreux fossiles barrêmiens et hauteriviens, que M. W. Kilian, avec son obligeance accoutumée, a bien voulu déterminer, et trouvés des plus intéressants par leur ressemblance avec la faune d'Eze, — et, ajouterai-je, avec celle de Gairaut, près Nice. Encore plus au sud, un autre lambeau situé sur le vieux chemin de Vence à La Gaude, juste à la limite des deux communes, m'a donné encore des fossiles barrêmiens bien caractérisés.

Il est vrai que pour les multiples lambeaux crétacés, les derniers au sud, qui garnissent les estuaires synclinaux du bassin pliocène de La Colle, mes notes ne mentionnent que le Cénomanien seul, de sorte que j'ai eu peut-être tort, trompé par mes souvenirs, qui, presque partout, comme dans le percement du grand tunnel de Saint-Jeannet, me montraient le Gault et le Néocomien présents sinon visibles sous le Cénomanien, de marquer ces lambeaux, sur ma carte, c^{6}_{IV}, au lieu de c^{6-1}. Mais il ne résulte pas moins de toutes ces constatations que, d'une manière générale, depuis Brovès, où se rencontrent, d'après M. Collot, les deux lignes de rivage du Néocomien et du Cénomanien, jusqu'aux environs de Nice, où M. de Riaz a fait dernièrement, d'une manière

1. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 735.

2. S'agit-il d'une autre roche que celle des labradorites de Biot ? Je ne sais encore. Mais, en tout cas, ce ne peut être qu'une autre éruption, puisque les déterminations de fossiles dues à M. Depéret, ont établi l'âge au plus pontien de l'immense nappe de Biot.

très détaillée, le relevé de tous les affleurements connus [1], ces deux lignes ont dû toujours sensiblement se confondre, et que c'est précisément à la persistance de ce rivage, et aux érosions consécutives, bien plutôt qu'à une transgression, qu'a été due la disparition locale des roches côtières néocomiennes, simplement rejetées ailleurs, avec le Gault, à cause de leur nature argileuse et lubréfiante, au fond des grands plis ultérieurs.

Tout au plus, faudrait-il, peut-être, faire faire à la ligne de M. Collot une légère pointe au nord, en forme d'accolade, vers le centre, tectoniquement si remarquable, du Saut-du-Loup, où le Néocomien, qui, pourtant, jalonne de petits lambeaux synclinaux tout le haut plateau de Saint-Barnabé, au sud de Coursegoules, n'est pas très sûrement constatable auprès de Gourdon, et plus du tout en dessous de Courmes, où se voient bien le Gault et le Cénomanien. Mais cela ne serait point fait pour modifier un tracé au 1/200.000, qui reste, somme toute, parfaitement exact [2].

SUR L'EXISTENCE DU LUTÉTIEN SUPÉRIEUR (CALCAIRE GROSSIER SUPÉRIEUR) DANS LA VALLÉE DE LA SEINE

ENTRE VILLENAUXE ET MONTERREAU

ET A VILLIERS-SAINT-GEORGES, AU NORD DE PROVINS

par M. **H. THOMAS**

J'ai signalé l'an dernier (*B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 76) l'existence du Lutétien supérieur en divers points de la feuille de Provins où il n'avait pas encore été cité, notamment à Cormeaux et à Nesles-la-Reposte.

A cette époque, je n'avais pas étudié complètement les environs de Villiers-Saint-Georges ; depuis lors j'ai rapporté du fond de la

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, 411, 1899 et XXVIII, 764, 1900.

2. Preuve, avec bien d'autres, de la justesse de l'observation de M. Collot, sur « l'unité du golfe crétacé de la Basse-Provence », qui, jusqu'à la fin du Cénomanien, aurait continué, à travers les changements de nature des eaux et de leurs habitants, à déposer ses sédiments parallèlement les uns aux autres et à étendre ainsi, au delà même du Jurassique, cette *structure feuilletée* que mettent en relief les formes particulières des contours de ma carte du S.-O. des Alpes-Maritimes.

tranchée, qui précède au sud la vallée de l'Aubetin, sur la ligne ferrée en construction, des calcaires très durs contenant empâtés dans la roche, des fossiles que M. Munier-Chalmas a bien voulu examiner et dans lesquels il a reconnu : *Planorbis Chertieri* Desh. et une Paludine voisine de celle du calcaire de Longpont.

Récemment, je suis retourné à Villiers-Saint-Georges, dans la même tranchée et j'y ai recueilli des échantillons contenant avec *Planorbis Chertieri*, *Limnea Bervillei* Desh. et *Paludina intermedia* Desh., appartenant tous trois au niveau du Calcaire grossier supérieur.

Dans la même note, j'indiquais également que, sur la pente de la grande falaise qui borde la vallée de la Seine en aval de Villenauxe, il existait à Blunay et à Salins, au dessus de l'argile sparnacienne, des calcaires tantôt marneux, tantôt grenus, tantôt à grain fin et d'aspect lithographique, que leur allure me faisait rattacher au Lutétien, bien que je n'y eusse encore trouvé aucun fossile.

Les explorations que j'ai faites cette année, tant pour achever la carte de Provins que pour commencer celle de Sens, m'ont fourni la preuve que cette assimilation était exacte.

En effet, à Courbeton, près de Montereau, j'ai recueilli dans ces calcaires des échantillons contenant, très reconnaissables dans les empreintes ou dans des moulages, de nombreux échantillons de *Potamides tristriatus* Lmk., appartenant au Lutétien. Plus loin, en aval, près de la station de la Grande-Paroisse, M. Lioret, de Montereau, m'a signalé dans une carrière abandonnée, des calcaires reposant directement sur l'argile rose du Sparnacien et qui contiennent *Limnea Bervillei* Desh. et *Planorbis pseudo-ammonius* Schloth., que j'avais déjà signalés à Saint-Brice dans le Lutétien supérieur de la vallée de la Voulzie (Bull. carte géol., n° 80, p. 17).

Les fossiles de Courbeton et ceux de la Grande-Paroisse confirment ainsi nettement l'existence du Lutétien supérieur dans la vallée de l'Aubetin et dans la vallée de la haute Seine.

Grâce au concours empressé de M. Laville, j'ai pu déterminer mes fossiles en les comparant à ceux de la collection du regretté Dr Bezançon, mise très obligeamment à ma disposition par M. Douvillé.

UN CRANE DE BŒUF MUSQUÉ, DES EYZIES (DORDOGNE)

par M. Edouard HARLÉ.

En examinant dernièrement un grand nombre d'ossements recueillis par M. Galou, dans diverses grottes de la Gorge d'Enfer, aux Eyzies (Dordogne), j'y ai reconnu une portion de crâne de Bœuf musqué. Les restes de Bœuf musqué sont partout considérés comme rares et, en France, comme extrêmement rares. Il m'a donc paru intéressant de signaler cette nouvelle pièce, qui fait maintenant partie de ma collection [1].

Crâne de Bœuf musqué, des Eyzies (Dordogne).

Vue prise de l'arrière suivant une direction à 45° avec le dessus du crâne et avec l'occiput. — Echelle 1/2.

Cette portion de crâne comprend une partie des frontaux, avec l'amorce de l'un des orbites ; une partie des cornes ; les pariétaux intimement soudés ensemble ; l'occipital, y compris le basi-occipital ; une grande partie des temporaux, avec la portion mastoïdienne et le rocher ; une partie du sphénoïde.

1. J'avais, pour l'étudier, les dessins, descriptions ou cotes d'une trentaine de crânes de Bœuf musqué, actuels ou fossiles. En outre, j'ai examiné de près, ces jours-ci, cinq crânes de Bœuf musqué, tous actuels, dont deux à Munich, grâce à M. Schlosser, et trois à Bâle, grâce à M. Stehlin

Lorsqu'elle a été découverte, les cornes étaient bien plus complètes. Mais M. Galou ayant voulu procéder à un nettoyage parfait, a employé, sans précaution, une brosse dure et a enlevé ainsi, avec l'argile, la plus grande partie des cornes, bien moins solides que le reste.

Ce qui subsiste encore des cornes est formé de tissu spongieux, sauf une grande cavité à la base de chacune. Les cornes sont implantées non seulement sur les frontaux, mais aussi sur les pariétaux, caractère qui, d'après Boyd Dawkins [1], n'existe chez d'autres ruminants cavicornes que la Girafe, le Gnu mâle et le Bœuf musqué mâle adulte.

Le dessus du crâne est plat, sauf, dans l'axe, un creux dans l'os unique résultant de la soudure des pariétaux, tout près de la suture de cet os avec l'occipital. Son épaisseur est considérable. Les bases des cornes étaient séparées par un intervalle étroit et long, que l'on reconnaît bien malgré les avaries causées par le brossage énergique de M. Galou. Les orbites étaient en saillie forte et brusque.

L'occiput, à angle droit avec le dessus du crâne, est très haut et presque carré. L'occipital déborde légèrement et uniformément sur le dessus du crâne et sa partie supérieure présente, vers l'arrière, un fort renflement qui descend en angle suivant l'axe. Les condyles occipitaux sont presque dans le plan de l'occiput, et, au total, l'occiput est plat.

Le basi-occipital a ses côtés parallèles, et répond en cela et pour le reste à la description donnée par Boyd Dawkins [2].

Voici, en centimètres, quelques-unes des dimensions de ce crâne :

Largeur du front à l'origine de la saillie des orbites, ou plutôt : double de sa moitié de gauche, seule bien conservée .	12,5
Distance de cette ligne au plan de l'occiput	12,5
Plus faible épaisseur du crâne dans l'intervalle de la base des cornes.	2,5
Moindre largeur de l'intervalle entre la base des cornes. . .	2
Longueur occupée par une corne sur le bord du crâne . . .	9,5
Largeur de l'occiput (occipital et temporal) ou plutôt : le double de sa moitié de gauche, seule en parfait état. . . .	15
Hauteur de l'occiput mesurée depuis le haut du trou occipital.	8,5
— — — le dessous des condyles.	11,5

L'angle du plan de l'occiput avec celui du dessus du crâne est de 105 degrés.

Les sutures sont généralement très marquées, ce qui montre que l'âge du sujet n'était pas avancé.

La comparaison des dimensions de ce crâne avec celles, très variables, d'autres crânes de Bœuf musqué, montre que l'individu

1. Boyd Dawkins. The British pleistocene Mammalia, Part V, *Ovibos moschatus*, 1872, p. 6.
2. Boyd Dawkins. *L. c.*, p. 5.

dont il provient était de taille moyenne, plutôt même petite ; mais il n'avait pas encore atteint son complet développement.

J'ai acquis aussi de M. Galou, l'extrémité inférieure d'un métacarpien et celle d'un métatarsien, ayant respectivement 67 et 63 millimètres de largeur. Les dimensions de ces os, leur ressemblance avec ceux de Mouton et leurs autres caractères, m'ont convaincu qu'ils sont aussi de Bœuf musqué [1].

M. Galou m'a dit avoir trouvé ce crâne et ces os dans une petite grotte qui est située à 55 m. en aval de l'axe de la grande grotte de la Gorge d'Enfer, sous le chemin, et à 95 m. du débouché du vallon. En examinant des terres que M. Galou m'a dit avoir extraites de cette petite grotte, j'y ai trouvé, en abondance, des restes de Renne et des silex dont la plupart sont de type magdalénien, mais dont quelques-uns se rapprochent des racloirs moustériens.

Les seules pièces de Bœuf musqué que l'on avait trouvées jusqu'ici, dans le sud-ouest de la France, sont quelques os des pattes signalés par Lartet et qui provenaient de l'une des petites grottes du même vallon, avec des restes de *Ursus spelæus*, *Felis spelæa*, *Canis lupus*, *Canis vulpes*, *Cervus tarandus*, *Bos* sp., *Capra ibex* et des silex de type magdalénien et peut-être aussi de type moustérien [2]. Je ne sais si cette petite grotte est la même que celle explorée par M. Galou.

On n'a pas trouvé, dans le sud-ouest de la France, d'autres ossements de Bœuf musqué. Il est vrai qu'on a cru reconnaître ce ruminant dans deux gravures préhistoriques magdaléniennes recueillies dans des grottes de cette même région : l'une de ces gravures provient de la grotte de Marsoulas (Haute-Garonne) et a été publiée dans *Matériaux*, 1885, p. 348, fig. 101 ; l'autre a été découverte dans la grotte de Raymonden (Dordogne) par M. Hardy, qui l'a figurée dans sa brochure *La station quaternaire de Raymonden*, 1891, pl. III. Mais les cornes de l'animal représenté par ces gravures sont étroites à la base, elles sont implantées bien en dedans de la limite du profil de la tête, elles se dirigent entièrement de bas en haut. Au contraire, chez le

1. Les caractères du métacarpien et du métatarsien de Bœuf musqué sont donnés par Boyd DAWKINS (*l. c.*, p. 8 et 9) et par TSCHERSKI (*Wissenschaftliche Resultate Janalandes Expedition*, IV, 1892, p. 164, 179 et 183, et pl. IV, dans *Mém. Acad. St-Pétersbourg*, t. XL). Je possède aussi des dessins de ces os que j'ai fait faire, il y a longtemps, pour me documenter, d'après un sujet actuel appartenant à la K. Landwirthschaftliche Hochschule de Berlin.

2. LARTET. *B. S. G. F.*, 3 avril 1865 ; *Comptes Rendus Acad. des Sc.*, 21 août 1865 ; *Reliquiæ aquitanicæ*, p. 182 et 281.

Bœuf musqué, les cornes sont très larges à la base, elles sont implantées à la limite même du profil de la tête et se dirigent de haut en bas, sauf la pointe extrême. Ces gravures font ressortir encore d'autres différences avec le Bœuf musqué. Je suis persuadé que leurs auteurs n'avaient nullement l'intention de figurer le Bœuf musqué, mais le Bison, animal alors très commun dans le sud-ouest de la France.

M. Nehring a prouvé, il y a déjà longtemps, pour l'Allemagne et les régions voisines, que l'extrême fin du Quaternaire a été marquée par la prédominance d'une faune de forêts, que cette faune a été précédée par celle qui vit actuellement dans les steppes de la Russie d'Europe et d'Asie, enfin que la faune de steppes a été précédée elle-même par celle qui vit maintenant dans les régions très froides de l'extrême nord de l'Asie et de l'Amérique. J'ai signalé, bien des fois, dans le sud-ouest de la France, la faune de forêts et la faune de steppes. Mais la faune des régions très froides s'y trouve-t-elle aussi ? M. Nehring a détaillé la faune actuelle des régions très froides et celle des steppes [1]. Leur comparaison montre que les Mammifères qui vivent dans ces régions très froides et non dans les steppes, sont les suivants : 1° et 2° deux espèces de Lemmings ; 3° le Renard polaire ; 4° le Bœuf musqué. Or, dans le sud-ouest de la France, aucun reste de Lemming n'a jamais été découvert ; des restes de Renard polaire n'ont été signalés, en très petit nombre d'ailleurs, que dans deux gisements [2] ; des restes de Bœuf musqué, fort rares, dans un ou deux seulement. Il est donc probable que le sud-ouest de la France n'a pas subi le climat de froid extrême et qu'il a seulement reçu, d'une manière exceptionnelle, la visite de quelques-uns de ses représentants. Si d'ailleurs, comme on l'admet, le Renne n'a pas été au sud des Pyrénées, il est naturel que les Lemmings, le Renard polaire et le Bœuf musqué se soient tenus, en général, assez loin en deçà.

1. NEHRING. *Tundren und Steppen*, 1890, p. 20-21 et p. 67-69.

2. Dans la grotte de Raymonden (Dordogne) : GAUDRY. *C. R. Ac. Sc.*, 25 août 1890. (Pièces découvertes par MM. Hardy et Féaux). Et dans une crevasse, aux Champs-Gaillards, près Châteauneuf-sur-Charente (Charente) : BOULE et CHAUVET *C. R. Ac. Sc.*, 8 mai 1899.

PREMIÈRE NOTE SUR LES ORBITOÏDES

par M. Ch. SCHLUMBERGER

(PLANCHES VII-IX)

Dans son intéressant travail sur « l'Age des couches traversées par le canal de Panama » [1] notre confrère M. Douvillé a eu l'occasion de s'occuper des *Orbitoïdes* qui se rencontrent en grande abondance dans certaines tranchées du canal. A ce propos il a consacré un chapitre à l'historique de ce genre et à la distribution des espèces dans les différents terrains. Adoptant les noms proposés antérieurement par Gümbel et par M. Munier-Chalmas l'auteur conclut que les *Orbitoïdes vrais* caractérisent le terrain crétacé, les *Orthophragmina* M.-Ch., à loges rectangulaires l'Eocène et les *Lepidocyclina* Gümb., à loges médianes arrondies ou hexagonales l'Oligocène. Du reste le savant géologue hollandais Verbeek en étudiant les nombreux Orbitoïdes qu'il a découverts à Java était déjà arrivé antérieurement à des conclusions analogues. Dans son travail de 1891 [2] et dans son grand ouvrage sur Java [3] il indiquait que les *Discocyclina (Orthophragmina)* caractérisent le *Tertiaire ancien* (qu'il divise provisoirement en Éocène et Oligocène) et que les *Lepidocyclina* appartiennent au *Miocène*.

Ces constatations, si elles se confirment, comme il semble, dans différentes régions, ont une grande importance stratigraphique mais elles dépendent d'une question importante : la connaissance exacte des espèces chez les Orbitoïdes que l'on rencontre. Or il est incontestable qu'à ce point de vue il règne encore une certaine incertitude et que l'on trouve dans les ouvrages classiques, comme celui de Gümbel, des erreurs regrettables.

Les anciens auteurs n'ont, en général, laissé que de trop courtes descriptions des espèces et ceux qui les ont accompagnées de figures n'avaient pas à leur disposition les moyens précis que nous procurent actuellement la photographie et la phototypie.

Je crois donc qu'il est utile d'entreprendre une révision de nos Orbitoïdes et c'est dans ce but que j'ai l'honneur de présenter à la Société une première note sur les Orbitoïdes de la Craie.

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898.
2. *Natuurw. Tydschrift v. Nederland Indie*, 1891. p. 101-108.
3. *Descript. geolog. de Java et Madura*, par Verbeek-Fennema, 1896

Mais avant d'aborder mon sujet je tiens à exprimer mes remerciements à mon ami, M. Douvillé, qui a mis à ma disposition les collections de l'École des Mines et les recherches bibliographiques qu'il avait rassemblées; à notre confrère M. Bigot, professeur de géologie à l'Université de Caen, qui m'a communiqué les Orbitoïdes de la collection Defrance déposée au Musée de Caen; à M. le Dr A. Koch, professeur à l'Université de Budapest, qui, sur la recommandation de M. Zittel, m'a gracieusement envoyé une nombreuse série de Foraminifères du terrain éocène supérieur de Klausenburg en Transylvanie.

Defrance a consacré en 1823 un article du « Dictionnaire des Sciences naturelles » au genre « Licophre ». Il a emprunté ce genre à Denis de Montfort [1] tout en constatant que figure et description de cet auteur sont à peu près méconnaissables. Néanmoins de Montfort ayant pris pour type de son genre la figure publiée par Fichtel et Moll [2] sous le nom de *Nautilus lenticularis*, Defrance croit reconnaître dans cette figure des coquilles crétacées que l'on trouve à Maestricht, à Mirambeau (Charente-Inf.) et à Mérignac, et l'espèce de Mérignac lui paraît identique à celle de Fichtel et Moll. Quant à celle que l'on rencontre à Maestricht et que Fortis [3] a nommé « Discolithe lentiforme » elle diffère de la précédente et de celle de Transylvanie par des tubercules de la surface beaucoup plus petits. Enfin, Defrance donne le nom de *Licophris Faujasi* à l'espèce trouvée à Mirambeau.

Tel est le résumé de l'article du Dictionnaire des Sciences naturelles qui n'est accompagné d'aucune figure, mais qui soulève deux questions importantes à élucider : quels sont les Orbitoïdes de Klausenburg (Koloswar en Transylvanie) qui ont servi aux descriptions et aux figures de Fichtel et Moll, et quels sont les Orbitoïdes que Defrance avait à sa disposition.

La réponse à la première question m'a été fournie par M. A. Koch, qui a résidé de longues années à Klausenburg et qui en connaît admirablement les terrains. Dans l'abondante provision de sables lavés de l'Eocène supérieur qu'il m'a envoyée, il n'y avait pas trace d'Orbitoïdes mais une quantité considérable de Nummulites plus ou moins bien conservées. Dans la lettre accompagnant son envoi, M. Koch énumère sept espèces de Nummulites des marnes à Bryozoaires, et ajoute qu'il a trouvé de rares Orbitoïdes (*O. tenella*

1 Denis de Montfort. *Conchyl. systématique*, 1802.

2 Fichtel et Moll. *Testacea microscopica*, pl VII fig. a, b.

3. Fortis. *Mém. p. servir à l'Hist. nat. et principalement à l'oryctographie de l'Italie*, t. II. Paris, 1802.

Gümbel, *O. raricostata* Gümbel) dans ces mêmes marnes, mais loin de Klausenburg. Il est donc à peu près certain que Fichtel et Moll dans leur travail si remarquable pour une époque où l'on ignorait ce que c'est qu'un Foraminifère, ont figuré à la planche 7 sous le nom de *Nautilus lenticularis* des Nummulites et ils ont soin de dire p. 56 qu'elles sont très abondantes à Klausenburg. La similitude que les auteurs ont cru constater entre ces figures et certains Orbitoïdes tombe à néant.

Quant à la seconde question il a suffi pour la résoudre de s'adresser à l'obligeance de M. Bigot. Il m'a communiqué tous les Orbitoïdes de la collection Defrance.

Cette petite série se compose de cinq tubes de verre avec les échantillons collés sur papier bleu et étiquetés par Defrance lui-même.

L'un de ces tubes contient cinq individus assez petits avec la mention « Licophre lentillé, *Licophris lenticularis* (Montfort) de Mérignac ». C'est incontestablement [1] l'espèce décrite par Gümbel [2] sous le nom d'*O. burdigalensis* et que j'ai reporté après examen dans le genre *Myogypsina* [3].

Trois autres tubes renferment vingt [4] échantillons d'une seule et même espèce étiquetés : « Licophre de Faujas (Defr.) *Licophris Faujasi* Mirambeau ». Cette espèce n'est autre que celle que l'on recueille si abondamment dans la Craie blanche à Royan, ainsi que je le montrerai plus loin et connue sous le nom de *Orbitoïdes media*. Defrance n'ayant pas joint de figure à sa détermination spécifique, d'après les règles de la nomenclature, l'espèce *Orbitoïdes Faujasi* tombe en désuétude devant l'espèce créée par d'Archiac et figurée par d'Orbigny.

Le cinquième tube plus volumineux que les autres présente deux lignes d'individus. La supérieure avec dix exemplaires est étiquetée « *Discolithes lentiforme* Fortis, pl. 2, fig. n. o., Faujas pl. 34, fig. 1-4 » ; la seconde avec neuf exemplaires est étiquetée : « Licophre lentillé. *L. lenticularis* var. B (Defr.) Maestricht. » Les dix-neuf échantillons de ce tube sont à l'exception d'un seul, de la même espèce. Dans son article précité, Defrance renvoie le lecteur aux travaux de Fortis [5] et de Faujas de Saint-Fond [6] qui tous deux ont donné des figures des Orbitoïdes de Maestricht.

1. Douvillé. *Op. cit.*
2. Gümbel *Beiträge zur Foraminiferenf. der Nordalpinen Eocängebirge.* Munich, 1868.
3. *B S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 327, 1900.
4. Cinq de ces individus déjà en partie usés m'ont servi, avec l'autorisation de M. Bigot à faire des sections minces, un sixième a été photographié.
5. Fortis. Mémoire sur les Discolithes, t. II, 1802. *Journal de Physique ?*
6. Faujas de Saint-Fond. *Histoire naturelle de la Montagne St-Pierre*, 1799.

Faujas de Saint-Fond, professeur au Muséum, a publié en 1799 son « Histoire de la Montagne Saint-Pierre de Maestricht » et il cite d'après une lettre du Journal de Physique les recherches de Fortis sur les Discolithes. Cette lettre dont je n'ai pas retrouvé la date, est naturellement antérieure au « Mémoire de Fortis (datant de 1802) pour servir à l'histoire naturelle et principalement à l'oryctographie de l'Italie et pays adjacents ». Dans son Tome II, page 97, se trouve le « Mémoire sur les Discolithes » avec figures.

Fortis donne les diagnoses très succinctes [1] des deux espèces d'Orbitoïdes (Discolithes) que l'on rencontre à Maestricht. L'une, la plus grande et la moins abondante, est caractérisée par un mamelon central sur une des faces alors que l'autre face en est dépourvue (fig. N. O.) ; l'autre, plus petite et plus abondante, est couverte extérieurement de nombreuses protubérances (fig. n. o.).

Faujas confirme la présence de ces deux espèces à Maestricht mais tous deux emploient les termes *lenticulaire* et *lentiforme*, simplement comme qualificatifs de la forme extérieure et non comme désignation spécifique, et on a vu plus haut que Defrance en étiquetant sa collection a employé les deux termes pour une seule et même espèce.

Il y a donc lieu de les désigner d'une manière plus précise et je proposerai de donner à la plus grande qui sur l'une des faces présente un mamelon central, le nom de *Orbitoïdes apiculata* n. sp., et à la plus petite celui de *Orbitoïdes minor* n. sp.

Des Orbitoïdes en général.

Orbitoïdes d'Orbigny, 1847 [2].

Le genre *Orbitoïdes* créé par d'Orbigny est un genre de Foraminifères éteint qui paraît cantonné dans le Crétacé et le Tertiaire.

La forme générale de leur plasmostracum est celle d'un disque lenticulaire plus ou moins surélevé au centre et aminci sur le bord de la circonférence. Dans certaines espèces le contour du disque devient polygonal et souvent les angles du polygone se prolongent en épines plus ou moins nombreuses qui produisent un ensemble étoilé.

Quelle que soit leur forme extérieure les Orbitoïdes sont cons-

1. Discolithes admussus lenticularis, vix convexus laevis sine maculis. pl. I, fig. n. o. — Discolithes lentiformis una tantum superficia in verrucum prominula, altera plana, pl. II, fig. N. O.

2. *Prodrome de Paléontologie*, 1850.

truits intérieurement de la même manière. Dans le plan qui passe par le bord externe on trouve au centre une loge sphérique ou un amas plus ou moins diffus de loges embryonnaires enveloppées par une épaisse paroi. Autour de cet embryon sont disposées circulairement des loges à contour tantôt quadrangulaire tantôt ogival; ces cycles de loges se continuent en grand nombre jusqu'au bord du disque et jusqu'à l'extrémité des pointes lorsque le bord est étoilé. C'est le plan des *loges équatoriales*, mais ce plan est souvent convexe, ondulé ou parfois replié comme une selle.

Au-dessus et au-dessous des loges équatoriales viennent s'empiler plus ou moins régulièrement des séries de loges déprimées généralement plus abondantes au centre, ce sont les *loges latérales*. Leur ensemble est traversé par des piliers coniques de calcaire fibreux, perpendiculaires au plan médian qui vont s'élargissant vers la surface et y constituent des saillies de forme variée. Toutes les loges équatoriales et latérales ont des parois perforées et c'est par les perforations des dernières loges latérales situées à la surface entre les piliers que le protoplasme communiquait avec l'extérieur.

La plupart des Orbitoïdes que j'ai examiné sont dimorphes. La forme A (mégasphérique) présente une grande loge initiale ou un embryon multiloculaire tandis que la forme B (microsphérique) de la même espèce commence par une minuscule loge sphérique entourée de cycles de loges équatoriales beaucoup plus petites que les correspondantes de la forme A.

En présence du grand nombre d'espèces on a dû songer à établir pour les Orbitoïdes des sous-genres. En effet, Gümbel [1] en 1868 a proposé les cinq sous-genres suivants: *Discocyclina*, *Rhipidocyclina*, *Aktinocyclina*, *Asterocyclina* et *Lepidocyclina*. Cette subdivision était surtout basée sur la forme extérieure des Orbitoïdes et en partie seulement sur les caractères internes. Ainsi les quatre premiers sous-genres étaient supposés avoir des loges équatoriales rectangulaires. Or, Gümbel ne pouvait pas prévoir que l'on trouverait des *Asterocyclina* à loges équatoriales arrondies.

Il paraît plus rationnel de s'en tenir aux caractères de construction interne et de réduire les groupes aux quatre suivants:

1° Genre *Orbitoïdes*, à loges équatoriales rhombiques augmentant assez sensiblement en hauteur vers la circonférence où elles sont fréquemment subdivisées; perforations des cloisons assez fortes. Type : *Orbitoïdes media*.

1. Gümbel. *Op. cit.*

2° Genre *Orthophragmina* [1], à loges équatoriales parallélipédiques. Type : *Orbitoïdes Prattii*.

3° Genre *Lepidocyclina*, à loges équatoriales arrondies ou hexagonales, cloisons à perforations fines. Type : *Orbitoïdes Mantelli* [2].

A ces trois groupes il convient d'en ajouter un quatrième.

4° Genre *Myogypsina* [3], créé par M. Sacco, à embryon spiralé plus ou moins excentrique, loges équatoriales lancéolées. Type : *M. irregularis*.

Description des espèces

Orbitoïdes media d'Archiac

(Pl. VII, fig. 1-7).

Licophris Faujasi Defrance, 1823.
Orbitolites media d'Archiac, 1835.
Orbitoïdes media d'Orbigny, 1852.

D'Archiac [4] a décrit sommairement en 1835 l'*Orbitoïdes media* de Royan (sous le nom d'*Orbitolites*) en faisant bien ressortir les caractères externes, et il est d'autant plus singulier qu'il le confonde avec la figure que Faujas de Saint-Fond a publiée pour un Orbitoïde de Maestricht.

L'espèce *media* tomberait donc en désuétude si d'Orbigny [5] ne l'avait pas reprise en 1852 en donnant une courte description et une figure très exacte pour l'extérieur, mais une coupe un peu fantaisiste.

L'*Orbitoïdes media* a un plasmostracum discoïdal, lentiforme, dont l'épaisseur au centre est environ du tiers du diamètre. Du sommet partent en étoile de nombreuses petites côtes qui se bifurquent plus ou moins et sont suivies de côtes onduleuses ou de boutons saillants jusqu'au bord (Pl. VII, fig. 1-3).

Dans une section de la forme A (mégasphérique), dans le plan des loges équatoriales [6] (Pl. VII, fig. 6 et 7), on observe au centre une

1. Munier-Chalmas. *Etude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin*, 1891. Thèse de doctorat, p. 18.
2. Voir Douvillé. *Op. cit.*
3. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 357, 1900.
4. *Mém. de la Soc. géolog. de France*, (1), II, 1835.
5. *Cours élémentaire de Paléontologie*, p. 852, fig. 557.
6. Il faut remarquer que les loges équatoriales sont rarement dans un plan rigoureusement plan, de sorte qu'il est difficile de faire figurer dans une section l'ensemble des loges.

formation embryonnaire composée d'une assez grande loge ovalaire à paroi épaisse subdivisée en quatre parties par trois cloisons minces, dont deux parallèles et une transversale [1]. C'est autour de cet embryon que se groupent en cycles successifs les loges équatoriales à contour demi-circulaire. La nouvelle loge d'un cycle se place exactement au-dessus de l'espace de deux loges du cycle précédent : il en résulte que les parois latérales des loges paraissent se continuer sur deux systèmes de courbes qui se croisent et produisent sur la coupe un effet de moirage. Vers la circonférence les loges équatoriales augmentent en dimension (Pl. VII, fig. 7).

Dans la section transversale de la forme A (Pl. VII, fig. 5) on retrouve les mêmes caractères embryonnaires et on constate que les loges équatoriales extrêmes se subdivisent dans la hauteur. Les loges latérales très surbaissées ont une ouverture moindre que l'épaisseur de leur cloison, les piliers qui les traversent s'amassent vers le centre et font à peu près disparaître les loges latérales.

La fig. 4 de la pl. VII reproduit la forme B (microsphérique), avec une très petite loge initiale.

D'Archiac signale des individus de 50 millim., mais parmi les nombreux Orbitoïdes que j'ai examinés dans les collections, les plus grands dépassaient à peine 10 millimètres.

Habitat. — Dordonien à Royan et les environs, Saint-Georges, Suzac; à Mirambeau (Defrance), Maurens (Isère), Beaumont de Périgord.

Observation. — La figure 1 de la pl. VII, représente un des individus de la collection Defrance étiquetés *L. Faujasi*, les fig. 4 et 7 (Pl. VII) sont des coupes de deux individus de la même collection.

Orbitoïdes apiculata n. sp.

(Pl. VIII, fig. 1, 4, 6; Pl. IX, fig. 1 et 4).

Plasmostracum discoïdal lenticulaire. Sur l'une des faces on aperçoit une pointe saillante centrale qui n'existe pas de l'autre côté. Sur tout le reste des surfaces externes sont disséminées assez irrégulièrement de nombreuses protubérances (Pl. VIII, fig. 1).

Les sections équatoriales des formes A et B de cette espèce sont reproduites par les figures 1 et 4 de la pl. IX; dans la première on trouve au centre une grande loge initiale à cloison épaisse subdivi-

1. Cette cloison transversale disparaît souvent dans les préparations, elle paraît appartenir à une première loge initiale sphérique située en dehors du plan des autres loges embryonnaires.

sée en quatre par trois cloisons minces en triangle; dans la seconde, la loge embryonnaire est extrêmement petite et à peine visible sur la photographie. Les loges équatoriales ont un contour circulaire et prennent parfois suivant la hauteur à laquelle elles sont sectionnées un aspect ovalaire.

Dans la section médiane perpendiculaire au disque de la forme A, pl. VIII, fig. 6, la grande loge initiale n'est divisée qu'en trois par deux cloisons minces. On constate que les loges équatoriales augmentent rapidement en hauteur, sont subdivisées vers la circonférence et que les loges latérales très nombreuses et très surbaissées, sont traversées par de nombreux piliers qui, au centre, forment un tout compact.

La différence des deux faces est bien marquée dans cette figure, dans la fig. 4, pl. VIII, qui donne la forme B de l'espèce, la pointe que l'on devrait voir à gauche de la figure a disparu pendant la préparation.

Les plus grands échantillons trouvés atteignent 10 millim. de diamètre.

Habitat. — Dordonien. Maestricht, Maurens (Dordogne).

Observation. — Un individu de cette espèce figure dans la collection Defrance.

Orbitoïdes minor n. sp.

(Pl. VIII, fig. 2, 3, 5, ; Pl. IX, fig. 2 et 3).

Cet Orbitoïde, très abondant à Maestricht, a un plasmostracum discoïdal peu renflé au centre, dont les deux faces sont semblables et recouvertes de nombreuses nodosités régulièrement distribuées sur toute la surface. Les figures 2 et 3 de la pl. VIII représentent deux individus bien conservés, la figure 2 de la pl. IX, un exemplaire un peu usé.

En examinant les sections équatoriales et transversales (Pl. IX, fig. 3 et Pl. VIII, fig. 5), on reconnaît de suite le caractère interne qui différencie cette espèce de la précédente ; en effet on trouve au centre une petite loge sphérique suivie d'une loge circulaire plus grande, enveloppées toutes deux d'une cloison épaisse. Les loges équatoriales sont plus petites que dans *O. apiculata* et augmentent relativement moins en hauteur.

Les loges latérales très surbaissées sont parcourues par de nombreux piliers sur toute l'étendue du diamètre ; ils vont aboutir à la surface pour y former les nodosités que j'ai signalées.

Leur diamètre n'atteint guère que 5 à 6 millimètres.

Habitat. — Dordonien. Craie de Maestricht, très commun.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche VII

Fig. 1. — *Orbitoïdes media* d'Archiac (*L. Faujasi* de la coll. Defrance). Mirambeau. Gr. 5/1.
Fig. 2-3. — — — d'Archiac. Royan. Gr. 5/1.
Fig. 4. — — — d'Archiac. Section transversale. Forme B (de la collection Defrance). Gr. 13/1.
Fig. 5. — — — d'Archiac. Section transversale. Forme A, Royan. Gr. 13/1.
Fig. 6-7. — — — d'Archiac. Sections équatoriales. Formes A; fig. 6, de Royan; fig. 7, Mirambeau. Gr. 12/1.

Planche VIII

Fig. 1. — *Orbitoïdes apiculata* Schlumb. de Maestricht. Gr. 5/1.
Fig. 2-3. — — *minor* Schlumb. de Maestricht. Gr. 9/1.
Fig. 4. — — *apiculata* Schlumb. Section transversale. Forme B, de Maurens. Gr. 13/1.
Fig. 5 — — *minor* Schlumb. Section transversale. Forme A, de Maestricht. Gr. 13/1.
Fig. 6 — — *apiculata* Schlumb. Section transversale. Forme A, de Maestricht. Gr. 20/1.

Planche IX

Fig. 1. — *Orbitoïdes apiculata* Schlumb. Section équatoriale. Forme A, de Maestricht. Gr. 13/1.
Fig. 2. — — *minor* Schlumb. Individu usé, de Maestricht. Gr. 9/1.
Fig. 3. — — — Schlumb. Section équatoriale. Forme A, de Maestricht. Gr. 14/1.
Fig. 4. — — *apiculata* Schlumb. Section équatoriale. Forme B, de Maurens. Gr. 13/1.

M. **Douvillé** insiste sur l'importance que présente le groupe des *Orbitoïdes* au point de vue de leur répartition dans la série des couches; on sait que les *Orbitoïdes* proprement dits caractérisent la Craie la plus supérieure (d'après M. Arnaud, elles apparaissent à la partie supérieure du Campanien), les *Orthophragmina* sont spéciales à l'Eocène, les *Lepidocyclina* ne se rencontrent, tout au moins en Europe et en Amérique, que dans l'Oligocène; enfin les *Miogypsina* apparaissent dès la base du Miocène. Dans ces conditions une étude détaillée des espèces présenterait un très grand intérêt et permettrait très vraisemblablement d'établir d'une manière précise le synchronisme souvent douteux des couches dans lesquelles on les rencontre; il est donc vivement à souhaiter que notre confrère nous donne rapidement la suite de ce premier travail.

Séance du 18 Novembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **René de Lamothe,** présenté par MM. Léon de Lamothe et Munier-Chalmas ;

Jean-Marc Bel, Ingénieur civil des Mines, présenté par MM. Carnot et Termier ;

Le commandant **Azéma,** présenté par MM. A. Gaudry et M. Boule.

Il annonce quatre présentations.

Le Président annonce que le *40e Congrès des Sociétés savantes* s'ouvrira *à la Sorbonne*, le *1er avril 1902*.

Il présente trois *fiches d'essai* établies par la Commission chargée par le VIIIe Congrès géologique international d'étudier le projet de *réédition des types d'espèces fossiles*. Le Président de cette Commission, M. le Dr **Karl A. Von Zittel**, et le secrétaire, M. **D.-P. Œhlert**, demandent aux paléontologues de bien vouloir leur transmettre les observations que leur suggèreront l'examen de ces *fiches d'essai*, dont la disposition pourra être modifiée suivant les désirs exprimés par la majorité des paléontologues consultés.

Les types choisis sont : *Ogygia Guettardi* Brongniart 1822 ; *Ammonites Masseanus* d'Orbigny 1843 ; *Maretia Nicklesi* Cotteau 1889.

La Sous-Commission française a pu, grâce à une subvention qui lui a été généreusement accordée, subvenir aux premiers frais de cette publication. Elle pense pouvoir envoyer aux paléontologues une première livraison d'une dizaine de fiches, dont la distribution *gratuite* servirait à faire connaître l'œuvre.

Les observations relatives à ces *fiches d'essai*, devront être transmises avant le 1er janvier 1902. A partir de cette date, l'absence de réponse sera considérée comme équivalente à une approbation.

M. **Douxami** présente une note intitulée : *Etude sur la vallée du Rhône aux environs de Bellegarde*, qu'il vient de publier dans le Bulletin des Services de la Carte Géologique de France.

M. Douvillé présente à la Société plusieurs notes de M. **Laville**, préparateur au laboratoire de Paléontologie de l'Ecole des Mines, qui ont paru dans les Mémoires de la Société d'Anthropologie (*Couches infra-néolithiques et néolithiques stratifiées dans la vallée de la Seine ; Coupe de la carrière de Saint-Prest, Silex taillés*, etc.). Elles renferment une série de coupes intéressantes relevées dans les dépôts meubles de la vallée de la Seine, ainsi qu'une coupe détaillée de la sablière de Saint-Prest, où les couches inférieures à *Elephas meridionalis* sont ravinées par des dépôts plus récents dans lesquels on a trouvé des silex taillés de forme acheuléenne.

M. G.-F. **Dollfus** présente, au nom de M. F.-W. Harmer, une brochure extraite du Journal de la Société géologique de Londres : *Sur l'influence des vents sur le climat pendant l'époque pléistocène. — Une application paléométéorologique de quelques problèmes géologiques*. Les vents forment actuellement des cordons littoraux coquilliers du côté droit du régime des trajectoires cycloniques périodiques dans l'hémisphère nord. Il ne se forme plus de dépôts coquilliers sur la côte orientale de l'Angleterre. L'auteur cherche à reconstituer les conditions météorologiques générales qui ont existé au moment du dépôt des Crags. Il en déduit un déplacement progressif de deux centres cycloniques de froid et de hautes pressions autour du globe à la hauteur du 60e parallèle, ramenant périodiquement des périodes glaciaires.

M. G.-F. **Dollfus** offre à la Société deux notes dont il est l'auteur : 1° *Des derniers mouvements du sol dans les bassins de la Seine et de la Loire* (Ex. du C.-R. du VIIIe Congrès géol. international 1900) ; 2° *Structure du bassin de Paris* (Ex. du C.-R. de l'A. F. A. S., 4 août 1900).

M. **Douvillé** a recueilli pendant la course du Chablais, au-dessus du hameau du Lens d'Aulph, des échantillons d'un calcaire siliceux en plaquettes, provenant du système de la Brèche supérieure (partie moyenne de la Brèche supérieure, d'après une communication toute récente de M. Lugeon). Ce calcaire présentait sur les surfaces exposées à l'air de petites concrétions arrondies de un millimètre environ de diamètre et des points ferrugi-

neux beaucoup plus petits ; l'examen de la roche taillée en plaques minces, a montré que ces points ferrugineux étaient constitués par des Radiolaires assez bien conservés, paraissant appartenir aux genres *Cœnosphera*, *Sethocapsa*, *Lithocampe* et *Stichocapsa ;* le second de ces genres n'a encore été signalé à l'état fossile que dans les schistes à *Aptychus* des Alpes bavaroises et dans les jaspes du Nagelfluh de Suisse, auxquels on attribue un âge tithonique ; les deux derniers genres sont aussi principalement abondants dans ces mêmes gisements. La présence des Radiolaires dans les couches les plus élevées du Jurassique supérieur, paraît d'ailleurs avoir un grand caractère de généralité dans la région alpine et dans ses environs immédiats : M. Cayeux les a signalés dans le Tithonique de l'Ardèche, et M. Rust en a décrit une faune très riche recueillie dans le Jurassique supérieur de l'Italie.

La faune de Radiolaires du Lens d'Aulph, quoique moins riche, présente cependant des affinités très marquées avec celles qui ont été décrites de ce niveau et son attribution au Jurassique supérieur ne paraît pas douteuse. C'est la confirmation de l'âge que M. Lugeon avait attribué précédemment à la Brèche du Chablais.

AU SUJET D'UNE ROCHE DE LA PUISAYE (YONNE)

par M. **PERON**

J'ai l'honneur d'offrir à la Société une petite note que j'ai publiée dans le Bulletin de la Société des Sciences de l'Yonne, au sujet d'une roche dont l'exploitation est en essai dans le sud de ce département. A cette note d'un intérêt purement local, je voudrais ajouter ici quelques observations plus spécialement géologiques qui m'ont été suggérées par la lecture des notes récentes de M. de Grossouvre, sur l'Argile à silex du département du Cher. A propos de la diversité de ce dépôt, notre confrère a soulevé un problème intéressant pour la solution duquel ma note semble apporter quelques données utiles.

La roche qui fait l'objet de cette note est une terre que, sur divers points de la Puisaye, on désigne sous le nom impropre de Kaolin et qu'on cherche à utiliser pour la fabrication des pâtes céramiques. C'est une terre ou pierre blanche, farineuse, très légère, composée principalement de silice pulvérulente avec une

proportion variable et parfois très faible d'alumine et quelques traces de chaux et de magnésie.

D'après une analyse que j'ai récemment obtenue de l'Ecole des Mines, un échantillon comprenait 41 % de silice soluble dans une solution de potasse caustique et 52 % de silice insoluble.

Tous ces caractères sont exactement ceux de cette roche du département du Cher dont M. de Grossouvre nous a entretenus et qu'il a désignée sous le nom de *Vierzonite*.

Cette terre blanche de Vierzon, qui est exploitée dans plusieurs localités pour la fabrication des cazettes de porcelaineries, appartient à cette formation superficielle que, dans le Cher et autres régions voisines, on a rattachée à la grande formation de l'Argile à silex du bassin de Paris. M. de Grossouvre, cependant, a fait observer qu'en raison de ses éléments, en grande partie solubles, en raison de l'absence complète de fer, etc., la terre de Vierzon différait essentiellement de l'Argile à silex proprement dite qui n'est, comme on l'admet généralement, qu'un produit d'altération et de décalcification des roches locales.

En conséquence, notre confrère a séparé les deux formations et a proposé de désigner sous le nom spécial de « Vierzonite à silex », le terrain qui renferme la terre blanche siliceuse de Vierzon.

Notre terre blanche siliceuse de la Puisaye, malgré ses analogies de composition et même de gisement avec celle du Cher, ne saurait être attribuée à ce terrain superficiel ainsi dénommé par M. de Grossouvre. Elle est bien plus ancienne.

On peut, à la vérité, en douter parfois, car elle est, sur divers points, extraite à l'aide de puits creusés à travers l'Argile à silex, et, comme notre roche elle-même renferme beaucoup de silex qui se mêlent à ceux du terrain superposé, on peut être induit en erreur. La distinction cependant est facile. La roche est toujours très différente et ses silex, très gros, blancs, branchus, cornus, non usés, sont faciles à reconnaître.

J'ai d'ailleurs signalé, dans ma note, des gisements où la situation stratigraphique de la roche blanche est parfaitement observable et où, en outre, cette roche est fossilifère.

Il est ainsi facile de constater qu'elle appartient à une assise bien déterminée de la base de l'étage cénomanien. Elle est bien stratifiée au-dessus des argiles à ocre exploitées dans cette région et n'est, en réalité, qu'une forme particulière de l'assise et de la roche si connues sous le nom de Gaize.

J'ai eu l'occasion de causer de cette question avec mon ami, M. de Grossouvre, et je lui ai envoyé quelques échantillons de la

pierre de la Puisaye. Notre confrère y a observé à la loupe quelques éléments qui font défaut dans la Vierzonite, comme du mica, des grains de sable très fins, etc. Il l'a, au contraire, trouvée semblable à d'autres terres exploitées, notamment dans l'Indre, qu'il a lui-même placées dans le Cénomanien.

Il convient d'autre part de rappeler que M. de Grossouvre, indiquant dans son important mémoire sur le terrain crétacé du sud-ouest du bassin de Paris [1], la composition de ce terrain dans la vallée du Cher, nous a donné une succession déjà signalée par M. Douvillé dans la légende de la carte géologique (feuille de Bourges) qui rappelle exactement celle connue dans la Puisaye, c'est-à-dire, au-dessus des graviers phosphatés du Gault supérieur, une assise de Gaize glauconieuse dont la partie supérieure, au contact des sables de Vierzon, montre sur certains points des sables kaolineux assez purs pour être employés dans les porcelaineries et parfois, au même niveau, des ocres qui jadis ont été exploitées.

Il y a dans tous ces faits des coïncidences qui appellent l'attention. Il est d'autant plus utile de les étudier que les divers gisements de Vierzonite signalés par notre confrère sont tous situés sur la zone d'affleurement de l'étage cénomanien. L'un d'eux, celui de Saint-Fargeau (Yonne), m'est très particulièrement connu, et il y a 37 ans que j'y ai signalé l'existence de la Gaize cénomanienne.

Comme l'a dit M. de Grossouvre, le problème de la genèse de la Vierzonite reste à étudier. Ne semble-t-il pas possible, d'après les faits que je viens d'énoncer et malgré les quelques différences de structure constatées par M. de Grossouvre, qu'il y ait une certaine communauté d'origine entre cette vierzonite et notre gaize blanche de la Puisaye?

La Vierzonite, comme l'a parfaitement démontré notre confrère, ne peut être considérée comme un produit de décalcification. Elle est donc indépendante de l'Argile à silex. Mais ne pourrait-elle être le résultat d'un simple remaniement local de la Gaize, antérieur à la formation de l'Argile à silex?

M. **Douvillé** rappelle qu'il a en effet signalé il y a quelque vingt-cinq ans, la présence de couches de Gaize dans le Cénomanien au nord de Bourges.

1. *B. S. G. F.*, (3), XVII, p. 490.

SUR LA FAUNE ET L'AGE DES CALCAIRES A RUDISTES DE LA DOBROGEA

par M. V. PAQUIER.

Grâce à la complaisance de M. Douvillé, l'auteur a pu examiner la série de moules internes de Rudistes de cette provenance offerte à l'Ecole des Mines par M. Anastasiu. Ces fossiles ont tous été recueillis dans les falaises du Danube à Cernavoda et proviennent donc d'un seul et même niveau. A l'aide de contre-moulages en gélatine il a été aisé d'obtenir des reconstitutions très fidèles d'appareils myo-cardinaux et c'est sur l'examen de semblables documents dont l'authenticité est indéniable que sont fondées les déterminations suivantes.

Diceras [1] sp. Forme de taille moyenne bien reconnaissable à ses lames myophores, rappelle assez *D. Beyrichi* var. *communis* Boehm, de Stramberg.

Heterodiceras sp. nov. Forme de taille moyenne; à la valve gauche très vraisemblablement fixée, l'impression myophore postérieure est portée sur une lame saillante comme chez *Valletia*, *la dent latérale postérieure PII* est parfaitement reconnaissable, par contre l'antérieure AII faible et conique comme chez les formes inverses n'offre plus que les traces de la fossette antérieure. La fosse cardinale postérieure 3ab' est moins spacieuse que chez *H. Luci*.

A la valve droite, l'impression myophore postérieure est également portée sur une lame saillante, la dent postérieure 3ab, beaucoup moins robuste que chez l'espèce citée plus haut, n'est presque pas déversée, l'antérieur AI est fort réduite.

L'ensemble des caractères de cet appareil cardinal en voie de réduction et de transformation annonce ainsi celui de Valletia.

Matheronia sp. gr. de *M. gryphoides* Math. Forme d'assez grande taille rappelant certains types de l'Urgonien de Bulgarie.

Valletia sp. aff. *Tombecki* Mun.-Chalm. Forme de taille moyenne, équivalve, bien caractérisée par la disposition de ses impressions myophores.

Monopleura sp. Forme droite, allongée, de grande taille. rappelant *M. imbricata* Math.

Id. Forme enroulée, à charnière robuste, analogue à certains types bulgares.

Comme on le voit, la faune de Rudistes de la Dobrogea offre un intérêt considérable à cause de *l'association jusqu'à ce jour*

1. La présence de *Diceras* dans ces assises, déjà entrevue par Peters, m'avait été en outre indiquée verbalement par M. Douvillé.

inconnue de types caractéristiques du Jurassique, Diceras et *Heterodiceras, avec ceux du Crétacé, Valletia, Monopleura.* Dans ces conditions l'attribution d'un semblable niveau à l'Urgonien devient insoutenable. Sa position stratigraphique exacte est sans doute délicate à préciser, néanmoins comme à considérer la fréquence relative des types, il s'agit d'une faune de *Monopleura*, de *Valletia* et de *Matheronia* rappelant assez celle du Valanginien supérieur mais vieillie par la persistance de *Diceras* et d'*Heterodiceras*, on pourrait au moins provisoirement rapporter les calcaires à Rudistes de Cernavoda à la base du Crétacé (Berriasien ou Valanginien inférieur).

M. **Douvillé** insiste sur la grande importance que présente l'association des genres de Rudistes signalés à Cernavoda par M. Paquier. Il croit se rappeler toutefois que les échantillons recueillis par M. Anastasiu provenaient des deux rives du Danube et il serait prudent de s'assurer que la faune est bien la même des deux côtés.

SUR LES RELATIONS DU GROUPE INVERSE AVEC LE GROUPE NORMAL CHEZ LES CHAMACÉES

par M. **V. PAQUIER.**

MM Douvillé et F. Bernard ont fait remarquer qu'à cause de la présence, à la valve gauche de certains *Diceras*, d'un rudiment de dent postérieure P II, et de la tendance à l'atrophie de la dent antérieure A I à la valve droite d'*Heterodiceras* et surtout de *Matheronia*, disposition rappelant alors celle de la valve homologue de *Valletia*, les formes inverses paraissent dériver des normales par le développement progressif de P II et l'atrophie de A I. A la suite de l'examen d'une nombreuse série de préparations d'*Heterodiceras Luci* Defr. sp., de l'*Heterodiceras* de la Dobrogea et de *Valletia Tombecki* Mun.-Chalm., M. Paquier croit pouvoir formuler les remarques suivantes :

La dent postérieure P II existe *toujours* à la valve gauche d'*Heterodiceras Luci*, aussi bien sur les exemplaires de l'Echaillon et du Bois de Mounier (Gard) que sur ceux même de Stramberg

(à en juger par certaines figures données par M. Boehm) et s'y place à la suite d'une longue nymphe ligamentaire. Chez l'*Heterodiceras* de la Dobrogea cette nymphe se raccourcit et la dent postérieure qui la suit s'éloigne du bord ventral. En même temps les impressions musculaires postérieures sont alors portées sur les lames et comme on l'a vu plus haut, l'ensemble des caractères de l'appareil cardinal en voie d'atténuation et de transformation annonce nettement *Valletia*. Dans ce dernier genre, chez *V. Tombecki* Mun.-Chalm., à la valve gauche, la nymphe ligamentaire s'est encore raccourcie et recouvre partiellement la dent P II qui a encore progressé vers le bord dorsal, tout en restant généralement rudimentaire, toutefois, chez certains exemplaires la saillie de cet organe s'accentue, le ligament vient se loger dans une dépression creusée à sa base et c'est alors la disposition connue chez *Monopleura* et un grand nombre de formes inverses. Ainsi donc, *Heterodiceras Luci*, l'*Heterodiceras* de la Dobrogea et *Valletia* constituent une série qui montre la dérivation des formes inverses ou Rudistes proprement dits aux dépens des Dicératinés par un processus déjà clairement pressenti par M. Douvillé et qui consiste essentiellement dans *le développement progressif de la dent postérieure P II à la valve gauche et l'atrophie, puis la disparition totale, à la valve droite, de la dent antérieure A I.*

SUR L'ORIGINE DES KLIPPES DES CARPATHES

par M. **Romulus SEVASTOS.**

Deux théories ont été émises par les géologues autrichiens sur l'origine des klippes. M. Neumayr attribue aux klippes une origine profonde ; il explique leur arrivée à la surface par des mouvements tectoniques et par la différence d'élasticité et de dureté des calcaires et des grès. Pendant le plissement le calcaire moins élastique a éclaté en lambeaux ; la poussée continuant à se faire sentir a contraint ces lambeaux à s'enfoncer comme des coins, dans les grès superposés plus tendres. Postérieurement les agents atmosphériques en démantelant les grès ont isolé les klippes calcaires.

M. V. Uhlig attribue une extension plus grande aux klippes et il les considère comme formés, non seulement par des roches

jurassiques, mais encore par des massifs identiques en apparence, de plus en plus anciens jusqu'aux schistes cristallins. Il admet que les klippes ne sont autre chose que des îles, contemporaines des dépôts qui les entourent. Entre autres arguments, il cite ce fait que les couches de grès dans le voisinage de la klippe sont presque toujours inclinées.

Parcourant depuis plusieurs années les Carpathes moldaves (district de Neamtz et Suceava), j'ai pu observer de nombreux klippes.

En suivant la vallée d'un affluent du Bistritza, le ruisseau Farcaşa, j'ai rencontré une coupe naturelle qui me paraît démontrer nettement, dans le sens de Neumayr, l'origine profonde des klippes.

Aux pieds de la falaise les couches se trouvent à découvert, sur une hauteur d'une dizaine de mètres. Un petit rocher de calcaire jurassique, compact, gris, est dressé verticalement en face de la corniche de grès massif; sur la gauche, les bancs de grès massif sont couchés vers l'est.

Les plus inférieurs sont constitués par un grès grossier, dont les éléments atteignent jusqu'à 8 millim. et diminuent au fur et à mesure qu'on monte dans la série. Les couches s'arrêtent brusquement à droite contre un banc vertical de grès, avec les mêmes éléments, mais beaucoup plus gros; ce grès indique que le banc appartient à une couche inférieure à celles qu'on peut voir à la surface.

Un peu plus à droite, en face de la klippe, les blocs de grès sont accumulés sans ordre, mais vers l'ouest la stratification devient de nouveau régulière et les couches s'inclinent dans cette direction.

Cette disposition des couches démontre donc les faits suivants :

1° Le banc vertical a été relevé et poussé de la profondeur jusqu'à la position actuelle ; 2° le morcellement des bancs de grès est dû à une poussée de bas en haut, et, les couches étant brisées justement au dessus de la klippe, elle seule a pu en être cause ; 3° le plissement des couches a été concomitant avec la force qui a soulevé la klippe ; 4° la klippe est arrivée de la profondeur.

Les agents atmosphériques en enlevant le Flysch ainsi disloqué et préparé pour l'érosion isoleront le bloc calcaire loin de la falaise, le transformant en klippe typique de petite dimension.

SUR LES

POISSONS DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR DES ENVIRONS DE REIMS

par M. F. PRIEM.

(Planches X et XI).

SOMMAIRE

Niveaux divers de l'Eocène inférieur des environs de Reims. — Elasmobranches. *Acanthias orpiensis* Winkler sp., *Squatina Gaudryi* n. sp., *Odontaspis Rutoti* Winkler sp., *Odontaspis elegans* Agassiz sp., *Lamna striata* Winkler sp. — Holocéphales. — Téléostomes. *Amia robusta* n. sp., *Amia* (*Pappichthys*) *Barroisi* Leriche sp., *Lepidosteus suessionensis* P. Gervais, *Arius*? *Lemoinei* n. sp., *Phyllodus Gaudryi* n. sp., *Egertonia isodonta* Cocchi, *Nummopalatus Vaillanti* n. sp., *Nummopalatus paucidens* n. sp., *Labridæ* indéterminés, *Embiotocidæ*? indéterminés, *Sparidæ*. — Résumé.

Niveaux divers de l'Eocène inférieur des environs de Reims

M. le docteur Lemoine a signalé a plusieurs reprises la présence de Poissons dans l'Eocène le plus inférieur des environs de Reims [1], où il a distingué à la base le *Cernaysien* (de la localité de Cernay), et plus haut l'*Agéien* (de la localité d'Ay).

Il y a peu d'années, le docteur Lemoine [2] a étudié les divers niveaux de la *faune cernaysienne*. Ces niveaux sont de bas en haut :

1. Lemoine. Recherches sur les ossements fossiles des terrains tertiaires des environs de Reims. *Ann. Sc. nat. zool.*, 6e sér., t. VIII, n° 1, 1878, p. 3. — Id. Recherches sur les Oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, 1re partie. Reims, 1878, p. 56 et 65 ; 2e partie. Reims, 1881, p. 76, 77, 79. — Id. Communication sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims. *Ass. franç. Av. Sc.* Congrès de Montpellier, 1879, p. 585-599. — Lemoine et Aumonier. Communication sur les terrains tertiaires des environs de Reims. *Ass. franç. Av. Sc.* Congrès de Reims, 1880, p. 605-620. — Lemoine. Sur l'ensemble des recherches paléontologiques faites dans les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims. *C. R. Ac. Sc.*, CIV, p. 403. Paris, 14 février 1887.

2. Lemoine. Etude sur les couches de l'Eocène inférieur rémois qui contiennent la faune cernaysienne et sur deux types nouveaux de cette faune. *B. S. G. F.*, (3), XXIV. 1896, p. 333-334, pl. XIV.

1° Les sables de Châlons-sur-Vesle;
2° Les marnes et calcaire de Rilly;
3° Le conglomérat de Cernay.

Les couches qui surmontent immédiatement le Cernaysien, comprennent, d'après le docteur Lemoine, de bas en haut :

1° Les marnes lacustres supérieures de Chenay, Rilly, Berru, etc ;
2° Les argiles à lignites (Berru, Rilly, Trépail, etc.);
3° Les sables à *Unio* et *Teredina* d'Ay, Chavot, Cuis, Avenay, Mont Bernon. Ces sables contiennent la faune que M. Lemoine appelle *agéienne*.

Les diverses assises du Cernaysien du docteur Lemoine, y compris le conglomérat de Cernay, se rangent à la base de l'Eocène inférieur, avec les sables de Bracheux dans l'étage *thanétien* [1].

Avec les lignites du Soissonnais, l'argile plastique et les fausses glaises, les marnes supérieures de Chenay et les sables d'Ay *(Agéien)* se rangent dans l'étage *sparnacien*; au-dessus se trouvent les sables de Cuise-la-Motte (étage *yprésien*).

Le docteur Lemoine cite des Poissons, pour le Cernaysien, dans les sables de Châlons-sur-Vesle et dans le conglomérat de Cernay.

Les sables de Châlons-sur-Vesle contiennent d'après lui des pièces maxillaires assez intactes de Chimères (Les Chauffours), des vertèbres et dents de Squales, des plaques dentaires de *Myliobatis*, des boucles de Raies (Les Chauffours). Pour le conglomérat de Cernay, la nomenclature est plus longue. On y trouverait :

TÉLÉOSTÉENS ACANTHOPTÉRYGIENS ; Sparidés, plaques dentaires (Cernay);
» PHYSOSTOMES : Stratodontidés : *Enchodus* (Cernay);
GANOÏDES : Amiadés : *Pappichthys* (Cernay) ;
HOLOCÉPHALES : Chiméridés : *Edaphodon* (Les Chauffours) ;
PLAGIOSTOMES : Myliobatidés : *Myliobatis* (Chenay, Cernay et autres localités);
» Lamnidés : *Odontaspis* (Cernay et autres localités) ; *Lamna* (nombreuses localités) ; *Otodus* (nombreuses localités).

Quant aux sables à *Unio* et *Teredina* de l'Agéien, l'auteur [2] dit que les Poissons sont des Amiadés *(Pappichthys)* ; des Lépidostées

1. A. de LAPPARENT. Traité de Géologie, 4e édition, 1900, p. 1420.
2. LEMOINE. Recherches sur les Oiseaux fossiles des environs de Reims. 1re partie. Reims, 1878, p. 65 ; 2e partie. Reims, 1881, p. 79.

(*Clastes*), des Sparoïdes, des *Phyllodus ;* les restes de Myliobates sont encore assez nombreux, les dents de Squales sont rares.

Tout récemment M. Leriche [1] a publié un intéressant travail sur les Poissons des sables à *Unio* et *Teredina* des environs d'Epernay (Marne), d'après les matériaux recueillis par MM. Dutemple et Diart et conservés à l'Université de Lille. Les pièces proviennent de Cuis, Chavot, Avize, Monthelon; M. Leriche y distingue les espèces suivantes :

Formes marines	Formes d'eau douce
Egertonia Gosseleti Leriche.	*Silurus ? Gaudryi* Leriche [2].
Nummopalatus Sauvagei Leriche.	*Arius Dutemplei* Leriche.
» *trapezoidalis* Leriche.	*Amia Lemoinei* Leriche.
Odontaspis elegans Agassiz sp.	*Pappichthys Barroisi* Leriche.
» *contortidens* Agassiz.	*Lepidosteus suessionensis* P. Gervais.
» *cuspidata* Agassiz sp.	
» *verticalis* Agassiz.	
Lamna ? obliqua Agassiz sp.	
» *striata* Winkler sp.	
Myliobatis sp.	

Le docteur Lemoine a légué à la collection de Paléontologie du Muséum les fossiles qu'il avait recueillis avec tant de soin et de persévérance. J'ai pu étudier, grâce à l'obligeance de M. Gaudry, les restes de Poissons de la collection Lemoine. Notre regretté confrère avait certainement l'intention d'étudier ces Poissons. Dans une note présentée à l'Académie des Sciences (*C. R.*, 14 février 1887) et ayant pour titre : *Sur l'ensemble des recherches paléontologiques faites dans les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims*, il dit : « J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les dessins relatifs à 25 espèces de Poissons, se subdivisant en Poissons Téléostéens (6 espèces), Cartilagineux (10 espèces), et Poissons Ganoïdes (6 espèces). Ces derniers offrent cet intérêt spécial, qu'ils appartiennent aux familles des Lépidostés et des Amiadés que l'on rencontre encore dans les grands fleuves d'Amérique ».

Mme Ve Lemoine et le fils de notre confrère, M. Léon Lemoine, docteur en droit, ont bien voulu rechercher sur ma demande les

1. Leriche. Faune ichthyologique des sables à Unios et Térédines des environs d'Epernay (Marne). *Annales de la Société géologique du Nord.* Lille, t. XXIX, 1900 (séance du 11 juillet), p. 173-196, pl. I et II et 5 fig. dans le texte.

2. M. Leriche a été amené depuis à rapprocher les épines de Siluridés en question du genre *Pimelodus*. *Silurus ? Gaudryi* devient ainsi *Pimelodus Gaudryi* Leriche (Contribution à l'étude des Siluridés fossiles. *Annales de la Société géologique du Nord*, Lille, t. XXX, 1901, p. 165-166).

dessins exécutés par le docteur Lemoine et me les montrer. Il avait figuré, sans indication d'espèces, des dents de Squales, des chevrons et piquants de Myliobatidés, des restes de Chiméroïdes, des fragments d'Amiadés (vertèbres, mâchoires, parasphénoïdes), sous le titre commun d'Amiadés du conglomérat de Cernay, et d'autres, sous le titre d'Amiadés des sables supérieurs (Agéien), des restes de Lépidostées des mêmes sables (écailles, plaques osseuses, vertèbres, fragments de mâchoires), des dents de Sparidés et une plaque de *Phyllodus* dont je parlerai plus loin. Il y a aussi sous le nom de *Myledaphus* des croquis dont je dirai quelques mots à propos des Sparidés.

Dans la collection aujourd'hui au Muséum, le docteur Lemoine avait généralement rangé à part les Poissons du Cernaysien et de l'Agéien; mais il est rare que les localités d'origine soient parfaitement indiquées.

Nous étudierons ici ces Poissons dans leur ordre zoologique.

1° Élasmobranches

Les Elasmobranches de la collection Lemoine appartiennent aux espèces suivantes :

Acanthias orpiensis Winkler sp.
Squatina Gaudryi n. sp.
Myliobatis Dixoni Ag. (plaques dentaires et chevrons isolés).
Myliobatis acutus Ag. (aiguillon).
» sp. (aiguillon).
Aetobatis irregularis Ag. (fragment de chevron).
Odontaspis Rutoti Winkler sp.
» *cuspidata* Agassiz sp.
Odontaspis elegans Agassiz sp.
Lamna macrota Agassiz sp.
» *striata* Winkler sp.
» *verticalis* Agassiz.
» *Vincenti* Winkler sp.
Otodus obliquus Agassiz.
Oxyrhina Desori Agassiz.
Carcharodon auriculatus Blv. sp.
Galeocerdo latidens Agassiz.
Vertèbres de Squales [1].

Pour certains de ces restes la provenance est indiquée : il s'agit des sables de Châlons-sur-Vesle, de ceux du niveau de Bracheux et du conglomérat de Cernay. Pour les autres la provenance de ces dents et autres débris n'est pas donnée ; ils peuvent provenir aussi bien de l'Agéien que du Cernaysien. Toutefois, le docteur Lemoine a remarqué lui-même que les dents de Squales sont rares dans l'Agéien et il dit qu'elles sont communes dans les sables de

1. Il faut citer aussi deux dents d'Hybodonte de provenance douteuse ressemblant beaucoup à celles du genre crétacé *Synechodus* ; elles proviennent peut-être du Cernaysien.

Châlons-sur-Vesle et dans le conglomérat de Cernay. La plupart des débris cités plus haut ont probablement été trouvés dans le Cernaysien. Dans la collection Lemoine, il n'y a que deux petits chevrons de *Myliobatis* et quelques petites vertèbres de Squales qui proviennent sûrement de l'Agéien. Cependant, M. Leriche a signalé dans l'Agéien, comme on l'a vu plus haut, un bon nombre des espèces d'Elasmobranches que nous avons déterminées.

Ces espèces se trouvent pour la plupart aux différents niveaux de l'Eocène et M. A. Smith Woodward leur a consacré récemment un important travail [1]. Nous n'en examinerons que quelques-unes, qui nous paraissent donner lieu à des remarques intéressantes.

Acanthias orpiensis Winkler sp.

(Pl. XI, fig. 21-22).

Il y a dans la collection Lemoine des petites dents, provenant probablement du Cernaysien, à racine large et basse, avec un cône principal précédé d'un bord tranchant finement crénelé et légèrement arqué; en arrière du cône principal, après une encoche, se trouvent quelques denticules. Le cône principal pousse sur la racine, à la face externe, un prolongement descendant, et à la face interne un autre prolongement presque horizontal. Il y a quelques petits plis à la base du bord antérieur de la couronne sur la face interne. Une de ces dents présente une petite encoche sur le bord antérieur.

Ces dents présentent les plus grandes analogies avec des dents du Heersien d'Orp-le-Grand en Belgique (étage thanétien) décrite par Winkler sous le nom de *Notidanus orpiensis* [2] et rapportées maintenant au genre *Acanthias*. M. A. Smith Woodward [3] en a cité de semblables dans l'Eocène inférieur de Chislehurst en Angleterre (couches de Woolwich et de Reading, étage sparnacien le plus inférieur, à la limite du Thanétien). Le professeur F. Bassani a signalé récemment cette espèce dans le calcaire éocène de Gassino (Piémont) [4].

1. A. Smith Woodward. Notes on the teeth of Sharks and Skates from english eocene formations. *Proc. Geol. Ass.*, t. XVI, 1899, p. 1-14, pl. I.
2. Winkler. Mémoire sur quelques restes de Poissons du système heersien. *Arch. Musée Teyler*, t. IV, 1876, p. 12-13, pl. I, fig. 13-17.
3. A. Smith Woodward. *Loc. cit.*, p. 2, pl. I, fig. 1-2.
4. F. Bassani. Ittiofauna del calcare eocenico di Gassino in Piemonte. *Atti R. Acad. Napoli*, 2e série, t. IX, n° 13, 1899, p. 27-28, pl. II, fig. 18-20.

SQUATINA GAUDRYI n. sp.

(Pl. XI, fig. 23-24).

La collection Lemoine renferme une vingtaine de dents de *Squatina;* une provient de Prouilly (Marne), et a été trouvée dans les sables du niveau de Bracheux, une autre de Chenay (niveau des sables de Châlons-sur-Vesle), deux de Montbré (Marne); pour les autres la localité n'est pas indiquée. Toutes ces dents sont semblables. Elles sont petites, à racine large et plate, portant en-dessous une dépression; la couronne, dépourvue de denticules latéraux, pousse un prolongement descendant sur la racine à la face externe et un prolongement presque horizontal à la face interne. Certaines de ces dents sont plus larges et plus basses que les autres et appartiennent aux côtés des mâchoires.

Ces dents appartiennent à une même espèce du genre *Squatina*. Déjà une espèce de *Squatina* avait été signalée par Graves [1] dans les sables de Cuise-la-Motte (étage yprésien); elle avait été appelée par Pomel *Squatina Gravesi*, mais ni décrite, ni figurée; nous n'en avons l'indication que par Graves, indication reproduite par Gervais.

Winkler [2] a décrit et figuré des dents de *Squatina* du Heersién d'Orp-le-Grand sous le nom de *Trigonodus primus* (*Squatina prima* Winkler sp.) [3]. Les dents de *Squatina* de la collection Lemoine ont une racine moins trapue et une couronne moins recourbée que celles de *S. prima;* leur couronne est droite ou très faiblement courbée; d'autre part, nous ne pouvons les identifier avec certitude à *Squatina Gravesi* Pomel. Nous en ferons une espèce à part sous le nom de *Squatina Gaudryi*.

Une dent analogue conservée au Muséum (Collection Deshayes 1873) provient d'Hermonville, près Reims (niveau non indiqué : il y a à Hermonville le Calcaire grossier et la Glauconie qui sépare ce calcaire des sables de Cuise).

M. A. Smith Woodward [4] a figuré des dents de *Squatina* des couches de Woolwich et de Reading (étage sparnacien inférieur) et

1. GRAVES. Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise. Beauvais, 1847, p. 590. — GERVAIS. Zoologie et Paléontologie françaises, 1re édition, 1848-52. Explication des planches LXVII à LXXX. Poiss. foss., p. 3; 2e édition, 1859, p. 517.

2. WINKLER. *Loc. cit.*, p. 13-14, pl. I, fig. 18-21.

3. NOETLING. *Sitzungsb. naturf. Freund. Gesellsch.* Berlin, 1886, p. 16.

4. A SMITH WOODWARD. *Loc. cit.*, p. 2, pl. I, fig. 3-5.

du London-Clay (étage yprésien ou sparnacien supérieur), mais ne leur a pas donné de nom spécifique. Elles me paraissent être identiques à celles de l'Eocène de Reims.

Odontaspis Rutoti Winkler sp.

(Pl. XI, fig. 25-26).

Cette espèce est caractérisée par ses dents à face interne lisse ; il y a deux paires de denticules latéraux pointus dont l'externe est le plus petit ; il peut y avoir d'ailleurs une autre paire de denticules encore plus externes et plus insignifiants. A la face externe, la ligne de base de la couronne forme un angle rentrant et porte de petits plis longitudinaux très serrés.

Dans la collection Lemoine cette espèce est représentée par de nombreux exemplaires de dents antérieures et de dents latérales de différentes tailles. La plupart de ces dents n'ont pas de lieu de provenance certaine ; cependant une a été trouvée à Montbré, une autre à Sézanne,

O. Rutoti est commun dans les couches éocènes inférieures de Belgique (Heersien, Landénien, Yprésien) ; c'est là que Winkler l'avait trouvé, il l'a décrit sous le nom d'*Otodus Rutoti* [1]. M. A. Woodward l'a signalé dans les sables de Reculvers, Kent (étage thanétien) [2]. La collection de Paléontologie du Muséum renferme des dents d'*Odontaspis Rutoti* mêlées à des dents de *Lamna Vincenti* Winkler sp. provenant de Cuise-la-Motte et que j'ai eu l'occasion de déterminer, ainsi que ces dents de *Lamna Vincenti*. On voit que *Odontaspis Rutoti* commun dans l'Eocène inférieur de Belgique et d'Angleterre se trouve aussi dans les niveaux inférieurs de l'Eocène du bassin de Paris.

Odontaspis elegans Agassiz sp.

(Pl. XI, fig. 27-28).

On doit réserver le nom d'*O. elegans* à des dents dont le type a été figuré par Agassiz comme provenant de Sheppey [3]. Les dents

1. Winkler. *Loc. cit.*, p. 4-7, pl. I, fig. 3-4, et A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, part I, 1889, p. 361.

2. A. Smith Woodward. *Proc. Geol. Ass*, 1899, p. 7, pl. I, fig. 10-11.

3. Agassiz. Rech. Poiss. foss., t. III, 1843, p. 369, pl. 40 *b*, fig. 24. — O. Jaekel. Unter- tertiäre Selachier aus Südrussland. *Mém. Comité géologique*. Saint-Pétersbourg, t. IX, n° 4, 1895, p. 29-30, pl. I, fig. 8-17. — A. Smith Woodward. *Proc. Geol. Ass.*, 1899, p. 8-9, pl. I, fig. 15-18.

plus larges et à striation moins nette attribuées généralement à *O. elegans* ne sont autres que les dents antérieures de *Lamna macrota* Agassiz sp. (espèce également attribuée au genre *Odontaspis* par le docteur Jaekel).

Les dents antérieures d'*O. elegans* typique sont étroites, hautes, à courbure peu prononcée, fortement striées sur la face interne et avec de petits denticules latéraux pointus. Les dents latérales sont également minces, striées, mais moins élevées et avec des denticules latéraux pointus relativement plus grands.

Beaucoup de ces dents se trouvent dans la collection Lemoine. Certaines proviennent de Chenay (niveau des sables de Châlons-sur-Vesle); d'autres des Chauffours (conglomérat de Cernay); elles sont accompagnées de dents d'*Odontaspis cuspidata* Agassiz sp.

L'espèce, qu'on trouve abondamment aux divers niveaux de l'Eocène, date donc de l'Eocène le plus inférieur.

Je pense qu'il faut rapporter à *O. elegans* les dents que M. Leriche [1] signale dans l'Agéien de Cuis et qu'il appelle *O. contortidens*. Cette dernière espèce ne paraît se montrer qu'à partir de l'Oligocène ou de l'Eocène le plus supérieur.

Lamna striata Winkler sp.

(Pl. XI, fig. 29-30).

Il y a dans la collection Lemoine de petites dents assez nombreuses ayant tout au plus 0 m. 01 de longueur totale et le plus souvent de 6 à 8 millimètres seulement. Sur la face interne de la couronne, il y a des stries peu prononcées et qui ne s'étendent généralement pas loin de la base. Les denticules latéraux sont pointus. Les dents sont remarquables par leur racine basse et s'étendant en largeur, de sorte que l'angle des deux branches de racine est très ouvert. Je rapporte ces dents à *Lamna striata* Winkler sp. Winkler avait donné le nom d'*Otodus striatus* à de petites dents semblables provenant du Heersien de Belgique [2]. Les dents de la collection se trouvaient avec des dents d'*Odontaspis cuspidata* et de *O. elegans* de Châlons-sur-Vesle et proviennent probablement de cette localité. M. Leriche [3] signale cette espèce dans l'Agéien de Cuis.

1. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 192.
2. Winkler. *Loc. cit*, p. 8-9, pl. I, fig. 7-9. — A. Smith Woodward. Catalogue, part I, 1889, p. 409.
3. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 193.

La collection Lemoine renferme des vertèbres de Squales assez nombreuses, provenant du Cernaysien des Chauffours et appartiennent probablement à des *Odontaspis* ou à des *Lamna*. Il y a aussi de plus petites vertèbres de Squales dont quelques-unes proviennent de l'Agéien.

2° Holocéphales

Edaphodon Bucklandi Agassiz.

La collection Lemoine renferme des restes d'un Chiméroïde qui est *Edaphodon Bucklandi* Agassiz. Il est représenté par des dents mandibulaires assez bien conservées provenant des Chauffours, (sables de Châlons-sur-Vesle et conglomérat de Cernay). Quelques débris de Chiméroïde trouvés à Prouilly (sables de Bracheux) appartiennent probablement à la même espèce.

Cette espèce a été signalée dans le London-Clay dans les couches de Bagshot et de Bracklesham en Angleterre, dans le Bruxellien de Belgique, et par suite à des niveaux assez élevés de l'Eocène. Sa présence dans le Cernaysien montre qu'elle date de l'Eocène le plus inférieur.

Signalons enfin dans l'Agéien des fragments indéterminables d'Ichthyodorulites.

3° Téléostomes

Ordre des Actinopterygii
Sous-ordre des Protospondyli — Famille des Amiadæ

Amia robusta n. sp.

(Pl. X, fig. 1-13, et fig. 1-3 du texte).

M. Lemoine a recueilli à Cernay, dans le conglomérat, de nombreux débris d'un Amiadé qui pouvait atteindre une taille considérable.

Il y a de nombreuses vertèbres aplaties, biconcaves, avec un petit trou pour la notocorde, placé un peu plus haut que le milieu de la vertèbre. Elles présentent comme celles d'*Amia* de doubles facettes articulaires pour les épines neurales, qui s'attachaient à deux vertèbres successives (figure 1 du texte). Quelques vertèbres ont encore les restes de prolongements transverses (parapophyses). Celles-ci peuvent être placées à un niveau élevé sur le centre

vertébral ou à un niveau assez bas. Dans le premier cas, il s'agit de vertèbres antérieures et dans le second de vertèbres postérieures. A la face inférieure il y a deux fossettes longitudinales étroites (fig. 2 du texte).

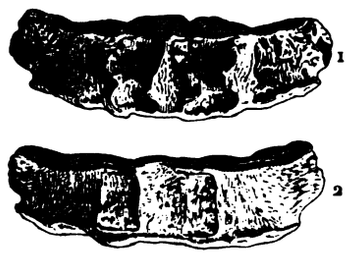


Fig. 1-2. — *Amia robusta* n. sp. Conglomérat de Cernay.— Vertèbre n° I de la première série, vue (fig. 1) de dessus et vue (fig. 2) de dessous. Grandeur naturelle.

Les plus grandes vertèbres qui sont les vertèbres antérieures ont une longueur (épaisseur) petite par rapport aux deux autres dimensions. Leur diamètre transverse (largeur) est considérable par rapport à la hauteur; la plus grande largeur est vers le haut au niveau du trou de la notocorde ; elle diminue vers le bas, de sorte que les vertèbres tendent à se terminer en pointe. Dans les vertèbres postérieures ou caudales, la longueur (épaisseur) est relativement plus grande, la hauteur diffère moins de la largeur, de sorte que la vertèbre tend à devenir circulaire. Voici les dimensions exprimées en millimètres pour sept vertèbres, dont les trois dernières appartiennent à la région postérieure :

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Longueur (épaisseur) .	12	12	10,5	13,5	11,5	12	12
Hauteur.	32,5	31,5	29	33	22,5	21	20
Largeur.	44	40	38	35	27	25	24

Il y a d'autres débris ayant appartenu au même Amiadé de grande taille. Tels sont des os dentaires à face externe rugueuse et sculptée, et présentant à la face interne un sillon profond, s'étendant d'une extrémité à l'autre et s'ouvrant en avant ; et un fragment de maxillaire avec un morceau de la partie sus-alvéolaire. Sur ces fragments de mâchoires on voit les dépressions où s'attachaient les dents ; elles sont basses, presque carrées ou rectangulaires avec la grande dimension transverse par rapport à l'os, et avec les angles grossièrement arrondis.

D'autres restes sont : un grand basioccipital, un parasphénoïde de fortes dimensions avec l'aire dentaire couverte de petits denticules, et un morceau de plaque osseuse de la tête semé de nombreuses rugosités.

Cette espèce devait présenter de grandes variations de taille.

Voici une seconde série de vertèbres dont les dimensions sont exprimées en millimètres :

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Longueur (épaisseur).	9,5	6,5	7	8	5,5	6,5	6,5
Hauteur	16,5	16	15,5	13	13,5	10,5	9,5
Largeur	21,5	19,5	18,5	17	15	11,5	10,5

Il y a aussi de nombreuses vertèbres plus petites, formant un troisième groupe, dont voici les dimensions pour trois échantillons :

	I	II	III
Longueur (épaisseur).	3,5	3,5	4,5
Hauteur	7	8,5	8
Largeur	10,5	9	9

Mais ces diverses vertèbres ont la même forme que les grandes, et on peut leur faire correspondre pour les dimensions des basioccipitaux des fragments de maxillaires, de dentaires (fig. 3 du texte), et des fragments de parasphénoïdes qui ne diffèrent que par la taille de ceux qui correspondent aux grandes vertèbres. Sur tous les os des mâchoires on voit des alvéoles bas à angles grossièrement arrondis, presque carrés ou rectangulaires avec la plus grande dimension transverse par rapport à l'os. On est obligé de rapporter ces fragments de grandeur variée à la même espèce.

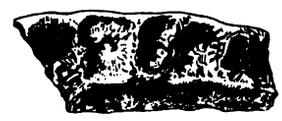


Fig. 3. — *Amia robusta* n. sp. Conglomérat de Cernay. Vue du bord alvéolaire d'un fragment d'os dentaire. Grandeur naturelle.

Parmi les débris les plus complets des individus de petite taille il faut signaler des maxillaires. La partie antérieure qui chez le vivant était cachée par le prémaxillaire est relevée, dépourvue de dents ; à la suite vient une partie plus mince, plus comprimée, pourvue d'alvéoles ; à la surface, il y a des rugosités formant des lignes longitudinales. On croit noter aussi des dents isolées et un fragment d'os de la région palatine (palatin ou ptérygoïde) couvert de petits denticules.

En résumé, les débris d'Amiadé trouvés à Cernay doivent appartenir à une même espèce présentant de grandes variations de taille mais pouvant devenir très forte. Ainsi chez l'*Amia calva* actuel, long d'environ 0 m. 66, les vertèbres ont une hauteur et une longueur qui atteignent à peine le tiers de celles des plus grands individus de Cernay. Ceux-ci devaient par suite avoir environ 2 mètres de long, tandis que les plus petits individus avait la taille de l'*Amia calva*.

M. Lemoine rapportait les restes d'Amiadé de Cernay au genre *Pappichthys* créé par Cope [1], et en effet les pièces de Cernay ressemblent beaucoup à celles figurées par Cope et provenant de l'Eocène du Wyoming. Suivant Cope *Pappichthys* diffère d'*Amia*, en ce que les os des mâchoires ne portent qu'une seule série de dents au lieu de plusieurs, et en ce que les vertèbres antérieures sont plus aplaties et ont un diamètre plus grand. Mais l'auteur lui-même ne paraît pas accorder à ces caractères une valeur définitive. D'ailleurs M. E. T. Newton [2] fait remarquer que, chez l'*Amia* actuel, il n'y a de rangées de dents supplémentaires que sur l'os splénial; les dentaires, maxillaires et prémaxillaires ne portent réellement qu'une seule rangée de dents. Je signalerai à ce propos un fragment de maxillaire de l'Amiadé de Cernay où, entre les grands alvéoles internes, il y a quelques alvéoles externes plus petits, paraissant indiquer des dents supplémentaires vers le dehors, ce qui irait encore à l'encontre de la diagnose du genre *Pappichthys*. En somme, le genre *Pappichthys* de Cope, ne paraît pas devoir être distingué du genre *Amia* de Linné. C'est à ce dernier genre que nous rapporterons le Poisson de Cernay sous le nom d'*Amia robusta* n. sp.

Amia (Pappichthys) Barroisi Leriche

(Pl. X, fig. 14-16).

Une petite espèce d'Amiadé a été trouvée dans l'Agéien à Cuis et Monthelon par M. Leriche [3]. Il l'a appelée *Pappichthys Barroisi*. On doit rapporter à cette espèce d'assez nombreux fragments d'Amiadé de la collection Lemoine, provenant de l'Agéien.

Les vertèbres ont tous les caractères de celles des Poissons du genre *Amia*. Elles sont de petite taille et rappellent par leurs dimensions les plus petites vertèbres d'*Amia robusta*. Leur longueur (épaisseur) est en moyenne de 3 millim. 5, leur hauteur de 7 à 8, leur largeur de 9 millim. Il y en a même de plus petites dont

1. Cope. Ann. Report U. S. Geol. Surv. Territories, 1872 (1873), p. 634, et Report U. S. Geol. Surv. Terr., t. III, 1883 (1884) : The Vertebrata of the tertiary formations of the West, p. 56-61, pl. II, fig. 52-59, pl. III et IV. — Cope réunissait à son genre *Pappichthys* le genre *Hypamia* et le sous-genre *Protamia* de Leidy (*Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, 1873, p. 98).

2. E.-T. Newton. On the remains of *Amia* from Oligocene strata in the isle of Wight *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, t. LV, 1899, p. 2.

3. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 185-187, pl. II, fig. 1, 3-16 et fig. 3 dans le texte.

les dimensions ne dépassent pas pour la longueur 2 millim. 5, pour la hauteur 3 et pour la largeur 4,5.

Ces vertèbres sont accompagnées de fragments de maxillaires et de dentaires. Les maxillaires ont la surface externe couverte de lignes longitudinales ; les dentaires ont la surface externe rugueuse et présentent sur la face interne une forte rainure. Les alvéoles diffèrent de ceux de l'*Amia robusta ;* leurs bords sont plus élevés, ils sont bien arrondis, circulaires ou ovales.

Il paraît donc y avoir dans l'Agéien une espèce d'*Amia* distincte de l'*Amia robusta*, plus petite, atteignant la taille de l'*Amia calva* actuel. Cette espèce nommée par M. Leriche *Pappichthys Barroisi* doit être rangée comme les autres espèces du genre *Pappichthys* dans le genre *Amia*. Nous rapporterons à la même espèce des plaques osseuses de la tête couvertes de rugosités et qui ressemblent à celles que M. Leriche a rapportées à *Pappichthys Barroisi.*

La collection Lemoine de l'Agéien renferme aussi deux vertèbres d'*Amia* plus grandes, ayant comme dimensions :

	I	II
Longueur (épaisseur).	6	4,5
Hauteur	12,5	11
Largeur	16	15,5

Elles ne diffèrent de celles de l'*Amia Barroisi* que par la taille et appartiennent probablement à la même espèce.

D'après ce qui précède, il y a dans le conglomérat de Cernay une espèce d'*Amia*, l'*Amia robusta*, présentant de grandes variations de taille, mais pouvant atteindre au moins le triple de la taille de l'*Amia calva* actuel, et dans l'Agéien une espèce, l'*Amia Barroisi*, rappelant davantage l'espèce vivante.

M. Leriche [1] a établi pour une vertèbre caudale trouvée dans l'Agéien de Cuis une autre espèce sous le nom d'*Amia Lemoinei.*

Sous-ordre des Actheospondyli. — Famille des Lepidosteidæ

Lepidosteus suessionensis P. Gervais

(Pl. XI, fig. 1-8).

Le genre *Lepidosteus* est représenté dans la collection de l'Agéien du docteur Lemoine par de nombreux débris, malheureusement très fragmentaires.

1. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXIX, 1900, p. 183-185, fig. 2 du texte.

Il y a d'abord des vertèbres opisthocœliques bien caractéristiques, peu allongées, avec les arcs neuraux et les bases des apophyses transverses, la partie postérieure d'un parasphénoïde, de nombreux fragments de plaques osseuses de la tête avec des rugosités de ganoine disposées en lignes ramifiées et irrégulièrement confluentes.

On trouve aussi un fragment d'os à apophyse montante qui paraît être un prémaxillaire ; il y a en place deux grosses dents sillonnées et sur le bord externe de petits trous répondant à de petites dents qui ont disparu ; deux autres fragments qui ont probablement appartenu à la mâchoire supérieure présentent une seule série de dents sillonnées à la base, dont quelques-unes seulement sont conservées. On doit noter aussi un fragment de mandibule à surface rugueuse, présentant les alvéoles de deux fortes dents ; le bord de ces alvéoles porte des stries qui se dirigent vers l'intérieur. Sur le bord externe on voit les alvéoles de dents plus petites. Il y a aussi des dents détachées, pointues et sillonnées, qui appartiennent sûrement à un *Lepidosteus*.

La collection Lemoine renferme toute une série d'écailles, montrant les diverses formes des écailles de *Lepidosteus* : rhombiques régulières de la région des flancs, allongées et irrégulières comme celles de la région centrale, canaliculées comme celles de la région latérale [1]. Ces écailles sont pour la plupart assez petites et lisses. Il y en aussi de beaucoup plus grandes, généralement lisses, mais dont quelques-unes présentent des rugosités.

Agassiz avait décrit sous le non de *Lepidotus Maximiliani* des écailles lisses provenant du Calcaire grossier de Paris [2]. Il s'agit là d'un véritable *Lepidosteus*. C'est à la même espèce *L. Maximiliani*, que M. Vasseur rapporte les pièces : vertèbres, écailles, plaques céphaliques, portions de mâchoires, etc., trouvées à Neaufles dans les fausses glaises (étage sparnacien). P. Gervais [3] avait rapporté des pièces des mâchoires trouvées dans les lignites du Soissonnais (étage sparnacien), à une espèce qu'il désignait sous le nom de *Lepidosteus suessionensis*. M. Vasseur regarde *L. suessionensis*,

1. Agassiz. Rech. sur les Poiss. foss., t. II, 2e partie (1839-44), p. 29-32, pl. B. G. Vasseur. Sur la couche à Lépidostées de l'argile de Neaufles-Saint-Martin, près Gisors. *B. S. G. F.*, (3), t. IV, 1876, p. 295-304, pl. VI.

2. Agassiz. Rech. sur les Poiss. foss., t. II, 1re partie, p. 9 et 268, pl. 29c, fig. 8-11.

3. Gervais. Zool. et Paléont. franç., 1re édition, 1848-52. Expl. des planches LII à LXVI, p. 4, pl. LVIII, fig. 3-5 ; 2e édition, 1859, p. 517, pl. 58, fig. 3-5. — *Comptes-rendus Académie des Sciences*, t. LXXIX, 1874, p. 846.

comme identique à *L. Maximiliani*. Gervais a cité *L. Maximiliani* à Cuise-la-Motte [1]; il y est représenté par des écailles.

M. Leriche [2] a récemment étudié les restes de *Lepidosteus* de l'Agéien (Cuis, Monthelon, Chavot, Avize). Il remarque que *L. Maximiliani* Agassiz a été établi sur quelques écailles lisses, et que celles-ci se présentent chez tous les Lépidosteés, dans des proportions variant suivant les espèces. Rien n'autorise d'après lui à rapporter tous les Lepidosteés du bassin de Paris à *L. Maximiliani* du Lutétien et il vaut mieux conserver pour les Lepidosteés du Sparnacien le nom de *Lepidosteus suessionensis*, en plaçant aussi dans cette espèce le Lépidosteé de Neaufles. Nous adoptons cette opinion. Nous rangerons dans la même espèce des écailles de Lepidosteés provenant du calcaire à lignites (argile plastique) de Coulommes (Marne); elles font partie de la collection de Saint-Marceau conservée au Muséum (n° 141, catalogue 1872) : ces écailles sont grandes et présentent des rugosités; elles proviennent de la partie antérieure du corps.

Le Muséum possède quelques écailles de *Lepidosteus* provenant de l'Yprésien de Cuise-la-Motte et un fragment de maxillaire de même provenance portant encore une dent striée à la base (collection d'Archiac, cat. 50). On ne peut pas les rapporter avec certitudes à *Lepidosteus suessionensis* ou à *L. Maximiliani*.

Cope [3] avait créé un genre *Clastes* pour les fragments de Lepidostéidés trouvés dans l'Eocène du Wyoming et, avec le docteur Lemoine, il regardait comme appartenant au même genre les débris de Lepidostéidés trouvés dans l'Eocène inférieur des environs de Reims. Mais le genre *Clastes* de Cope est imparfaitement caractérisé et se confond très probablement avec le genre *Lepidosteus* de Lacépède [4].

1. Gervais. Zool. et Paléont. franç., 1re édition. Expl. des planches LXVII à LXXX. Poissons, p. 2, pl. LXVII, fig. 9-13; 2e édit., 1859, p. 516, pl. 67, fig. 9-13.

2. Leriche. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXIX, 1900, p. 187-191, pl. II, fig. 17-41 et fig. 4 dans le texte.

3. Cope. Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. Terr., 1872 (1873), p. 633. — Rep. U. S. Geol. Surv. Terr., t. III : The Vertebrata of the tertiary formations of the West, 1883 (1884), p. 29-31 et p. 52-56, pl. I, fig. 6; pl. II, fig. 25-45 et 50-52.

4. A. Smith Woodward Cat. foss. Fishes Brit Mus., t. III, 1895, p. 442-445. — C.-R. Eastman. Fossils Lepidosteids from the Green River shales of Wyoming. *Bull. Mus. Comp. Zool. at Harvard College*, t. XXXVI, n° 3, p. 68. Cambridge, Mass., 1900.

Sous-ordre des Nematognathi. — Famille des Siluridæ

Il y a dans la collection de l'Agéien du docteur Lemoine de nombreux fragments de piquants de nageoires qui appartienent sans aucun doute à des Siluridés.

M. Leriche [1] a récemment décrit sous le nom de *Pimelodus Gaudryi* (Pl. XI, fig. 13) des piquants dorsaux et un fragment de piquant pectoral de Siluridé trouvés dans l'Agéien de Cuis et de Monthelon. Il a en outre rapporté [2] à une autre espèce nouvelle : *Arius Dutemplei* (Pl. XI, fig. 12) des piquants dorsaux et pectoraux de l'Agéien de Cuis et de Chavot.

Dans la collection de l'Agéien du docteur Lemoine, il y a des piquants dorsaux de *Pimelodus Gaudryi* et un fragment qui doit être considéré comme un morceau de piquant dorsal d'*Arius Dutemplei*. Mais en outre, on y trouve des fragments de piquants de Siluridé indiquant au moins une espèce nouvelle.

Arius ? Lemoinei n. sp.

(Pl. XI, fig. 9-11).

Un fragment assez complet, fort et massif, présente une partie de l'extrémité basilaire. Celle-ci est nettement dissymétrique et indique qu'il s'agit d'un piquant de nageoire pectorale droite. La face antérieure forme une carène dépourvue de tubercules ; la face postérieure est creusée d'un sillon large à la base. Les faces latérales sont ornées de côtes longitudinales irrégulières, noueuses, entre lesquelles on voit de petites dépressions arrondies. A la base y a de petits tubercules et on remarque aussi vers la base des traces de petits tubercules formant une rangée près du bord du sillon postérieur.

Ce fragment (Pl. XI, fig. 9-10), composé de deux morceaux qui s'ajustent très bien, a une longueur totale de 0 m. 057 ; la plus grande largeur à la base est de 0 m. 02 et l'épaisseur à la base 0 m. 015.

Un autre débris plus étroit, avec le même mode d'ornementation, mais où les côtes longitudinales sont plus marquées, paraît avoir appartenu à l'extrémité distale du même piquant.

M. Vaillant, professeur au Muséum, a bien voulu examiner ces

1. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 180-181, pl. I, fig. 7-12 ; t. XXX, 1901, p 165-166

2. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, p. 181-183, pl. I, fig. 13-15.

fragments. Ils appartiennent certainement à un Siluridé voisin des *Arius* ou des *Bagrus* ; mais le genre n'est pas susceptible d'une détermination précise. Nous les attribuerons provisoirement au genre *Arius* et les rapporterons à une espèce nouvelle : *Arius ? Lemoinei.*

Un autre fragment (Pl. XI, fig. 11) sans la partie basilaire est plus comprimé que les précédents ; l'ornementation est très analogue à celle des fragments précédents ; elle consiste sur les faces latérales en quelques fortes côtes longitudinales régulières entre lesquelles il y a de nombreuses dépressions arrondies ; la face antérieure forme une carène dépourvue de tubercules, les bords du sillon postérieur sont lisses. La longueur de ce fragment est de 0 m. 032, sa largeur est de 0 m. 009, son épaisseur de 0 m. 005. Je pense qu'il faut le regarder comme un morceau de piquant dorsal qui pourrait appartenir à la même espèce. Parmi les nombreux fragments des plaques crâniennes de l'Agéien, il y en a peut-être qui ont appartenu à l'armure céphalique de ces divers Siluridés.

Les Siluridés sont rares dans le Tertiaire d'Europe, mais cependant y sont représentés dès l'Eocène ; dans le London-Clay de Sheppey on trouve *Bucklandium diluvii* König [1] ; dans les couches de Branckleshamn et de Barton, il y a : *Arius Egertoni* Dixon sp., *Arius ? bartonensis* A. S. Woodward, *Arius crassus* Koken [2]. Il paraît y avoir aussi des Siluridés dans l'Eocène de Belgique [3].

Cope [4] a décrit des Siluridés de l'Eocène d'Amérique (couches de Bridger). Il en a fait le genre *Rhineastes*, qui se trouve aussi dans les Amyzonbeds que Cope place entre l'Eocène et le Miocène. Les Siluridés de l'Eocène d'Amérique paraissent différents de ceux de l'Eocène des environs de Reims.

1. A. Smith Woodward. Note on *Bucklandium diluvii* König, a Siluroïd Fish from the London-Clay of Sheppey. *Proc. Zool. Soc. London*, 1889, p. 208-210, pl. XXII.

2. A. Smith Woodward. On some remains of Siluroïd Fishes from British Eocene formations. *Geol. Mag.*, dec. III, vol. IV, 1887. p. 303-307, 3 fig. — E.-T. Newton. A contribution to the history of Eocene Siluroid Fishes. *Proc. Zool Soc. London*, 1889, p. 201-207, pl. XXI.

3. Le Hon. Préliminaires d'un mémoire sur les Poissons tertiaires de Belgique, 1871, p. 15.

4. Cope. The Vertebrata of the tertiary formations of the West, 1883 (1884), p. 62-67 et p. 747-748, pl. V, fig. 1-17.

Sous-ordre des Pharyngognathi. — Famille des Labridæ

Cocchi [1] décrit sous le nom de *Pharyngodopilidæ* des dentitions pharyngiennes de Poissons labroïdes des terrains tertiaires. Les dents globuleuses ou lamelliformes sont serrées les unes contre les autres et, sous les dents fonctionnelles, les dents de remplacement sont en piles. Il y a une ou deux plaques pharyngiennes supérieures dont la face masticatrice est plus ou moins convexe et une plaque pharyngienne inférieure, dont la face masticatrice est de forme plus ou moins concave. On en distingue quatre genres : *Phyllodus* Agassiz, *Egertonia* Cocchi et *Taurinichthys* Cocchi, possédant une seule plaque pharyngienne supérieure, et *Nummopalatus* Rouault (*Labrodon* P. Gervais, *Pharyngodopilus* Cocchi) où il y en a deux.

PHYLLODUS GAUDRYI n. sp.

(Pl. XI, fig. 14, et fig. 4 du texte).

Dans la collection de l'Agéien du docteur Lemoine, se trouve une plaque pharyngienne de *Phyllodus*. La face triturante est (Pl. XI, fig. 14) concave à la partie antérieure et se relève en arrière; la face opposée est convexe. Il s'agit donc, d'après les descriptions de Cocchi, d'une plaque pharyngienne inférieure. La partie antérieure n'est pas tout-à-fait entière et la partie postérieure manque aussi en partie. Il y a une rangée médiane de grandes dents principales, allongées dans le sens transversal. Les dents secondaires placées obliquement dans les intervalles des dents principales sont bien conservées sur le côté droit; enfin les dents du pourtour ou accessoires, de forme globuleuse, ne sont bien conservées que sur la partie antérieure du côté droit. En avant les séries verticales présentent quatre étages de dents superposées, et en arrière sept et même huit étages.

La dent principale postérieure, visible sur la face triturante, a son bord postérieur convexe, son bord antérieur légèrement concave; devant se trouve la plus grande dent dont les bords antérieurs et postérieurs sont presque droits. Viennent enfin trois dents principales de grandeur décroissante, la plus antérieure est la plus petite; le bord postérieur de ces dents est concave et le

1. COCCHI. Monographia dei Pharyngodopilidae, nuova famiglia di Piesc Labroidi. Firenze, 1864.

bord antérieur convexe. Les dents secondaires placées obliquement par rapport aux dents principales sont assez régulièrement ovales, et les dents accessoires sont, comme nous l'avons vu, globuleuses.

Sur la face inférieure (fig. 4 du texte), les dents sont concaves et plus grandes que les dents correspondantes de la face masticatrice.

Fig. 4. — *Phyllodus Gaudryi* n. sp. Agéien. Plaque pharyngienne inférieure, vue de dessous. Grandeur naturelle.

Cette plaque a des rapports avec *Phyllodus marginalis* Agassiz du London-Clay; mais en diffère par ses dents principales antérieures plus arquées et plus étroites dans le sens longitudinal. Cette plaque agéienne doit être considérée comme une espèce nouvelle pour laquelle nous proposons le nom de *Phyllodus Gaudryi*.

Le genre *Phyllodus* a été signalé par Reuss dans le Crétacé de Bohême (*P. cretaceus* Reuss); mais cette détermination est discutable. Il est très répandu dans l'Eocène inférieur, surtout dans le London-Clay de Sheppey, où treize espèces ou variétés ont été décrites. Pomel [1] a nommé plusieurs espèces des sables de Cuise-la-Motte (étage yprésien) : *P. Duvali*, *P. inconstans*, *P. Levesqui*, *P. latidens*, mais ne les a ni décrites ni figurées. Gervais [2] a figuré des *Phyllodus* de l'Eocène du bassin de Paris. Celui de Cuise-la-Motte figuré sous le nom de *P. marginalis?* (Pl. LXVII, fig. 5-5 *a*) rappelle surtout d'après Cocchi [3] *P. speciosus* Cocchi du London-Clay. Suivant lui, le *Phyllodus* de la pl. LXVIII, fig. 30-30 *a* provenant des sables de Rétheuil, Aisne (étage yprésien) serait très voisin de *P. medius* Agassiz du London-Clay; il l'appelle provisoirement *P. Gervaisi* parce que Gervais regarde comme analogue de cette plaque celle qu'il figure pl. LXVIII, fig. 31-31 *a* et qui provient de Cuise-la-Motte. Mais d'après M. Sauvage [4], cette dernière doit être rapporté au genre *Nummopalatus*.

La collection du Muséum renferme une pile isolée de dents de

1. Graves. Topographie géognostique du département de l'Oise, p. 558.
2. P. Gervais. Zoologie et Paléontologie françaises, 1re édition, 1848-52. Expl. des planches LXVII à LXXX. Poiss. foss., p. 2-3, pl. LXVII, fig. 5-6; pl. LXVIII, fig. 30-31. — 2e édition, 1859, p. 516, pl. 67, fig. 5-6; pl. 68, fig. 30-31.
3. Cocchi. *Loc. cit.*, p. 53, pl. II, fig. 10-12, et p. 56-57.
4. Sauvage. Note sur le genre *Nummopalatus* et sur les espèces de ce genre trouvées dans les terrains tertiaires de la France. *B. S. G. F.*, (3), III, 1875, p. 617.

Phyllodus provenant des sables inférieurs de Pierrefonds (Yprésien) et faisant partie de la collection Watelet (1873). Les dents ont l'un des bords latéraux tronqué, tandis que l'autre est plus étroit et arrondi. Il s'agit probablement d'une espèce distincte à la fois de *P. marginalis* et de *P. Gaudryi*.

Egertonia isodonta Cocchi.

(Pl. XI, fig. 15).

Dans le genre *Egertonia* les plaques pharyngiennes sont couvertes de dents circulaires disposées en piles et serrées les unes contre les autres. Cocchi [1] en a décrit une espèce unique de Sheppey, à laquelle il a donné le nom d'*E. isodonta* à cause de l'égalité de toutes les dents. La collection de l'Agéien du docteur Lemoine renferme des fragments de plaque d'*Egertonia ;* les dents du centre sont un peu plus grandes que celles du pourtour auxquelles elles passent d'ailleurs insensiblement. Nous ne pensons pas qu'il y ait là une différence spécifique avec *E. isodonta* et c'est à cette espèce de Cocchi que nous rapportons les fragments en question ainsi que d'autres fragments d'*Egertonia* couverts de dents plus petites que celles d'*E. isodonta*, mais presque égales entre elles.

M. Leriche [2] a trouvé dans l'Agéien de Cuis une plaque pharyngienne supérieure d'*Egertonia*, qu'il a rapporté à une espèce nouvelle sous le nom d'*E. Gosseleti* parce qu'il y a une légère inégalité entre les dents du centre et celles du pourtour, mais il dit qu'elles passent graduellement des unes aux autres. Nous pensons que cette espèce *Egertonia Gosseleti* doit être confondue avec *E. isodonta*.

Nous rappelons que Cornuel [3] a rapporté au genre *Egertonia*, sous le nom de *E. gaultina* une plaque pharyngienne du Gault de Moutier-en-der (Haute-Marne).

1. Cocchi. *Loc. cit.*, p. 57-59, pl. IV, fig. 1-2.
2. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 175-176, fig. 1 du texte, et pl. I, fig. 1 et 1 *a*.
3. Cornuel. Description de débris de Poissons fossiles, provenant principalement du calcaire néocomien du département de la Haute-Marne. *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 620, pl. XI, fig. 31-32.

Genre NUMMOPALATUS

Le genre *Nummopalatus* très commun dans le Miocène, et représenté, comme on l'a vu, dans les sables de Cuise, a laissé dans l'Agéien les restes de plusieurs espèces.

M. Leriche [1] a trouvé dans l'Agéien de Cuis des plaques pharyngiennes supérieures de *Nummopalatus* couvertes de dents planes, contiguës, à contour polygonal ou arrondi, dont les plus grandes se trouvent au centre. Il en a fait deux espèces différant surtout par la forme des plaques : *N. Sauvagei* et *N. trapezoïdalis*.

Ces deux espèces sont représentées dans la collection de l'Agéien du docteur Lemoine, mais cette collection paraît renfermer deux autres espèces nouvelles de *Nummopalatus*.

NUMMOPALATUS VAILLANTI n. sp.

(Pl. XI, fig. 16-17).

Il y a des fragments de plaques de *Nummopalatus* couverts de dents planes et circulaires. Deux fragments plus complets appartiennent à des plaques pharyngiennes supérieures. Les dents les plus grandes de la face triturante sont à la partie postérieure; puis viennent des dents plus petites, et sur le bord antérieur il y a une double série de dents dont la forme est triangulaire. Nous figurons un fragment de plaque pharyngienne supérieure droite où cette disposition se voit bien. Il y a une trentaine de dents. Sur la face supérieure les dents sont moins nombreuses que sur la face triturante; elles sont circulaires et concaves. Sur le bord postérieur les dents sont disposées en quatre étages. Ces fragments indiquent une espèce nouvelle, que nous dédions à M. Léon Vaillant, professeur au Muséum.

NUMMOPALATUS PAUCIDENS n. sp.

(Pl. XI, fig. 18).

Une petite plaque pharyngienne supérieure gauche, de l'Agéien, constitue une autre espèce nouvelle. Elle ne présente qu'une vingtaine de dents sur la face masticatrice. Celles du centre de la plaque sont circulaires et aplaties ; celles des bords sont en forme

1. LERICHE. *Loc. cit.*, p. 177-179, pl. I, fig. 2-2*a*, fig. 3-5 et 3*a*-5*a*.

de croissant et disposées suivant trois rangées superposées. Le bord antérieur est légèrement courbe, le bord postérieur est rectiligne, de même les bords externe et interne qui se raccordent avec le bord antérieur par un angle arrondi ; ils sont parallèles entre eux, de sorte que la plaque a à peu près la forme d'un trapèze dont les deux bases sont les côtés externe et interne. Sur la face supérieure les dents sont très légèrement concaves, un peu plus grandes et moins nombreuses que celles de la face triturante.

La longueur maxima de la plaque près du bord interne est de 8 millim., sa largeur de 9 millim. 5, et l'épaisseur de 3 millim. 5.

A cause du petit nombre des dents, nous donnerons à cette espèce le nom de *Nummopalatus paucidens*.

Labridæ indéterminés

(Pl. XI, fig. 19-20 et fig. 5-6 du texte).

La collection du conglomérat de Cernay contient un certain nombre de fragments de plaques portant des dents triturantes remarquables. Elles sont creuses, tout d'une venue, cylindriques avec un sommet arrondi et lisses. Il y a en particulier une plaque assez complète, allongée (Pl. XI, fig. 19) portant de ces dents hautes, irrégulièrement placées et qui, en disparaissant, ont laissé en certains points des dépressions assez profondes sur l'os ; à la partie postérieure, il y a des dents plus petites et arrondies. M. Léon Vaillant a eu l'obligeance de me montrer des dentitions pharyngiennes de *Labridæ* des genres *Tautoga* (côte atlantique des Etats-Unis) et *Cheilinus* (Océan Pacifique), qui ont de grandes analogies avec ces plaques du Cernaysien. La plaque dont nous venons de parler est probablement un pharyngien supérieur d'un Labridé voisin du genre *Tautoga* actuel.

Fig. 5-6. — Labridé indéterminé de l'Agéien. Fragment de plaque pharyngienne vu de la face triturante (fig. 5) et de profil (fig. 6). Au double de grandeur.

On doit en rapprocher des dents isolées et aussi des plaques portant des dents allongées, à sommet plat ou arrondi, mais plus effilées que celles dont nous venons de parler et quelquefois légèment coniques. Elles proviennent les unes du Cernaysien, les autres de l'Agéien (fig. 5 et 6 du texte). Un fragment de plaque tout pareil accompagne dans la collection du Muséum (collection d'Archiac, cat. 50) un morceau de maxillaire de *Lepidosteus* et provient de Cuise-la-Motte.

En résumé, il y a dans le Cernaysien et l'Agéien des *Labridæ* indéterminés se rapprochant des genres *Tautoga* et *Cheilinus* actuels.

M. Leriche a signalé dans les couches à Unios et Térédines de Cuis un fragment de pharyngien d'un Labridé intéterminé [1].

Embiotocidæ ? indéterminés

(Fig. 7-10 du texte).

Dans la collection du conglomérat de Cernay du docteur Lemoine, on trouve des fragments de plaques pharyngiennes portant de nombreuses dents arrondies, extrêmement serrées et constituant un véritable pavage. Au-dessous il y a des dents de remplacement. Les dents sont généralement usées ; les dents intactes, à sommet bombé, montrent à la loupe de fines stries qui partent du bombement supérieur et se dirigent vers la base ; celle-ci présente un léger étranglement. La collection contient aussi des dents isolées, plus grandes, où ces caractères sont bien visibles.

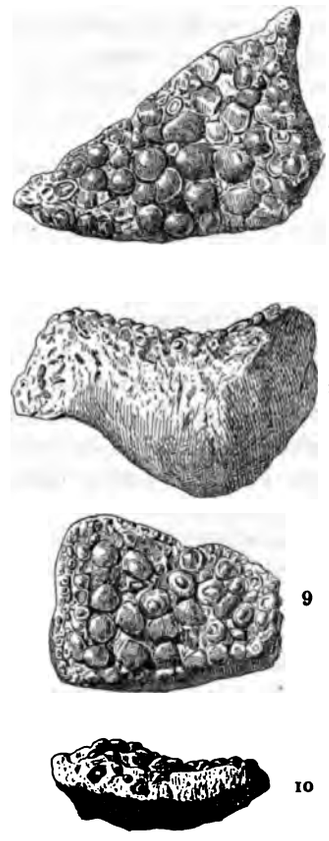


Fig. 7-10. — Embiotocidé ? indéterminé du conglomérat de Cernay. Plaques pharyngiennes. Fragment vu de dessus (fig. 7) et de profil (fig. 8) ; autre fragment vu de dessus (fig. 9) et de profil (fig. 10). — Toutes ces figures au double de grandeur.

Ces plaques, couvertes d'un pavage de dents, doivent avoir appartenu à des Poissons broyeurs voisins des *Labridæ*. Elles rappellent beaucoup la dentition pharyngienne de l'espèce actuelle *Damalichthys argyrosomus* Girard sp., de la Côte pacifique de l'Amérique du Nord, que M. Léon Vaillant, à qui j'ai soumis les fragments du Cernaysien, a bien voulu m'indiquer et me permettre d'examiner.

1. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 179, pl. I, fig. 6.

Le genre *Damalichthys* appartient à la famille des *Embiotocidæ*, Poissons vivipares qu'on rattache généralement aux Pharyngognathes et qui ont également les pharyngiens inférieurs unis [1]. Ces Poissons habitent la côte pacifique de l'Amérique du Nord et celle du Japon. Une espèce : *Hysterocarpus Traski* Gibbons, vit dans les rivières de la Californie centrale.

Avec quelque doute, j'attribue à cette famille des *Embiotocidæ* les débris dont il vient d'être question.

Sous-ordre des Percomorphi. — Famille des Sparidæ

Le docteur Lemoine avait signalé dans le niveau le plus inférieur du Cernaysien (sables de Châlons-sur-Vesle) des dents du genre américain *Myledaphus* Cope qui, suivant lui, devait être rapproché des Sparoïdes [2]. Ce genre se trouve dans le groupe de Laramie en Amérique. Grâce à l'obligeance de M. Charles R. Eastman de Harvard College, Cambridge (Massachusetts), j'ai pu trouver la diagnose du genre *Myledaphus* [3]. Dans ce genre les dents forment un pavage hexagonal ; elles sont plus larges que longues ; la couronne est divisée en deux parties égales par une ligne dirigée dans le sens de la longueur. D'un côté de la ligne il y a des stries transversales qui n'existent pas de l'autre côté. La racine est courte, droite et divisée en deux suivant le petit diamètre de la dent. L'auteur ne distingue qu'une espèce, *M. bipartitus*. Suivant Cope les affinités du genre ne peuvent être établies. La forme de la couronne rappelle certaines Raies et celle de la racine rappelle aussi les Elasmobranches.

Je n'ai pu trouver dans la collection Lemoine aucune pièce répondant à la diagnose de Cope. Parmi les dessins que m'a montrés M. Léon Lemoine, j'ai vu des croquis portant comme titre : *Myledaphus* ; mais je ne leur trouve aucun rapport avec le *Myle-*

1. Jordan et Evermann les placent dans un sous-ordre à part, celui des *Holconoti* (The Fishes of North and Middle America. *Bull. U. S. Nat. Museum*, n° 47. Washington, 1898, part II, p. 1493).

2. Lemoine. Recherches sur les Oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, 1re partie, 1878, p. 56. — Communication sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims. *Ass. franç. Av. Sc.* Congrès de Montpellier, 1879, p. 585-594. — Lemoine et Aumonier. Communication sur les terrains tertiaires des environs de Reims. *Ass. franç. Av. Sc.* Congrès de Reims, 1880, p. 605-620.

3. Cope. Description of some Vertebrata remains from the Fort-Union beds of Montana. *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, t. XXVIII, 1876, p. 260-261.

daphus de Cope, et elles rappellent plutôt les plaques que je rapporte à un Embiotocidé indéterminé.

Il n'y a pas d'autres restes de Sparoïdes dans la collection Lemoine que des dents détachées, rondes, plates, provenant du Cernaysien, et qui paraissait appartenir au genre *Chrysophrys*. Ce genre est représenté dans les sables de Cuise-la-Motte [1].

Citons enfin dans la collection Lemoine des vertèbres de Poissons osseux de genres indéterminés. Il y en a de diverses tailles. Elles proviennent en partie de l'Agéien; d'autres sont de provenance inconnue (Cernaysien ou Agéien ?).

Résumé

L'Éocène inférieur des environs de Reims renferme un grand nombre d'Elasmobranches provenant soit du Cernaysien (Thanétien), soit de l'Agéien (Sparnacien supérieur). Ceux de la collection Lemoine proviennent surtout des sables de Châlons-sur-Vesle et du conglomérat de Cernay. La plupart des espèces dont nous avons donné plus haut la liste se retrouvent, comme nous l'avons déjà dit, à des niveaux plus élevés de l'Éocène. Il est intéressant de signaler *Squatina Gaudryi* n. sp. et des espèces trouvées d'abord dans les couches éocènes les plus inférieures de Belgique : *Acanthias orpiensis* Winkler sp., *Odontaspis Rutoti* Winkler sp., *Lamna striata* Winkler sp.

Les Holocéphales sont représentés dans le Cernaysien par *Edaphodon Bucklandi* Agassiz, qui se trouve également à des niveaux plus élevés de l'Éocène. Il y a aussi des fragments indéterminables d'Ichthyodorulites.

La faune de Téléostomes du conglomérat de Cernay est caractérisée par la présence d'un *Amia*, *Amia robusta* n. sp., avec de grandes variations de taille, mais pouvant atteindre trois fois au moins la taille d'*Amia calva* actuel. Il y a en outre des *Labridæ* indéterminés, voisins des genres *Tautoga* (côte atlantique des États-Unis) et *Cheilinus* (Océan Pacifique et Océan Indien actuels), des *Embiotocidæ* indéterminés, voisins de *Damalichthys* actuel de la côte pacifique de l'Amérique du Nord et des dents détachées de *Sparidæ* (*Chrysophrys*).

Les Téléostomes de l'Agéien sont d'abord des *Amiadæ* : *Amia* (*Pappichthys*) *Barroisi* Leriche, *A. Lemoinei* Leriche et des *Lepi-*

1. Gervais. Zoologie et Paléontologie françaises. 1re édition, 1848-52. Explic. des planches LXVII à LXXX. Poiss. foss., p. 3, et 2e édition, 1859, p. 517.

dosteidæ : *Lepidosteus suessionensis* P. Gervais. D'autres Poissons remarquables sont des *Siluridæ* : *Pimelodus Gaudryi* Leriche, *Arius Dutemplei* Leriche, *Arius ? Lemoinei* n. sp. Il y aussi de nombreux *Labridæ* des genres *Phyllodus*, *Egertonia* et *Nummopalatus*, *Phyllodus Gaudryi* n. sp., *Egertonia isodonta* Cocchi, *Nummopalatus Sauvagei* Leriche, *N. trapezoidalis* Leriche, *N. paucidens* n. sp., *N. Vaillanti* n. sp. ; en outre il y a des *Labridæ* indéterminés, voisins des genres *Tautoga* et *Cheilinus*.

Le mélange de formes d'eau douce comme les *Amiadæ*, les *Lepidosteidæ* et les *Siluridæ* [1] et de formes marines comme les Elasmobranches, les Holocéphales, les *Labridæ* et les *Sparidæ* montre que les couches cernaysiennes et agéiennes se sont déposées dans un estuaire où se déversaient des cours d'eau. On peut noter l'abondance dans ces couches de Poissons littoraux à dents triturantes, propres à broyer les coquilles des Mollusques.

Ainsi que le remarque M. Leriche [2], les sables agéiens, qui renferment à la fois les genres *Amia*, *Lepidosteus* et des *Siluridæ*, présentent un ensemble de formes d'eau douce rappelant celui des couches de Bridger en Amérique.

Le genre *Amia* paraît s'être montré plus tôt en Europe qu'en Amérique. Il est abondamment répandu dans le conglomérat de Cernay qui appartient à l'Éocène le plus inférieur (Thanétien), tandis qu'en Amérique le genre *Amia* (*Pappichthys*) n'est bien représenté que dans les couches de Bridger (Wyoming) qui, d'après leur faune de Mammifères, doivent être rapprochées du Lutétien (Éocène moyen). Il y a cependant, d'après Cope, des restes d'*Amia* (*Pappichthys*) mêlés à des Mammifères du groupe de Wasatch dans les couches de Wind River [3] ; le groupe de Wasatch est rapporté à l'Éocène inférieur, mais à l'étage sparnacien ; il est donc plus récent que le Thanétien. La faune de Mammifères du conglomérat de Cernay rapproche ce dernier du groupe de Puerco, où jusqu'ici on n'a pas signalé de Poissons.

Le genre *Lepidosteus* (*Clastes*) paraît avoir débuté en Amérique, dans les couches de Bridger (Lutétien), tandis qu'en Europe on le trouve en France, dans l'Agéien (Sparnacien) [4], et en Angleterre dans les couches de Woolwich et de Reading, qui sont rattachées aussi au Sparnacien [5].

1. Certaines espèces du genre *Arius* vivent dans la mer, au voisinage des côtes.
2. Leriche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXIX, 1900, p. 195.
3. Cope. The tertiary formations of the West, p. 57.
4. A. Smith Woodward. Catalogue, t. III, p. 445.
5. A. de Lapparent. Traité de Géologie, 4e édition, 1900, p. 1425.

Ainsi les genres *Amia* et *Lepidosteus* semblent avoir paru plus tôt en Europe qu'en Amérique; mais ils s'y sont éteints avec l'Oligocène supérieur ou le Miocène inférieur (couches de Messel près Darmstadt; *Lepidosteus Strausi* Kinkelin, *Amia Kehreri* Andreae) [1] tandis qu'en Amérique ils existent encore.

1. ANDREAE. Beitrage zur Kenntniss der fossilen Fische des Mainzer Beckens. *Abh. der Senckenberg naturf. Gesells.*, t. XVIII, 1894, p. 351-365.

EXPLICATION DES PLANCHES

(Les échantillons sont représentés grandeur naturelle et sans retouches).

PLANCHE X

Fig 1. — *Amia robusta* n. sp. Conglomérat de Cernay. Vertèbre n° I de la 1re série, vue de la face antérieure.
Fig. 2. — *Id.* Vertèbre n° III de la 1re série, vue antérieure.
Fig. 3 — *Id.* Vertèbre n° IV de la 1re série, vue antérieure.
Fig. 4. — *Id.* Vertèbre n° VII (caudale) de la 1re série, vue antérieure.
Fig. 5. — *Id.* Vertèbre n° III de la 2e série, vue antérieure.
Fig. 6. — *Id.* Vertèbre n° V (caudale) de la 2e série, vue antérieure.
Fig. 7. — *Id.* Basioccipital d'un individu de moyenne taille, vue de dessus.
Fig. 8. — *Id.* Parasphénoïde d'un individu de grande taille, vue inférieure.
Fig. 9. — *Id.* Fragment d'os dentaire, vue externe.
Fig. 10. — *Id.* Même fragment, vue interne.
Fig. 11. — *Id.* Maxillaire d'un individu de petite taille, vue inférieure.
Fig. 12. — *Id.* Fragment de maxillaire avec alvéoles externes et internes.
Fig. 13. — *Id.* Même fragment, vu sur la face latérale interne.
Fig. 14. — *Amia* (*Pappichthys*) *Barroisi* Leriche sp. Agéien. Vertèbre abdominale, vue antérieure.
Fig. 15. — *Id.* Vertèbre caudale, vue antérieure.
Fig. 16. — *Id.* Fragment d'os dentaire, vu de dessus.

PLANCHE XI

Fig. 1. — *Lepidosteus suessionensis* P. Gervais. Agéien. Vertèbre, vue par la face postérieure.
Fig. 2. — *Id.* Vertèbre vue par la face antérieure.
Fig. 3. — *Id.* Fragment de plaque osseuse de la tête.
Fig. 4. — *Id.* Ecaille de la région des flancs, face externe.
Fig 5. — *Id.* Ecaille de la ligne latérale, face interne.
Fig. 6. — *Id.* Fragment d'os dentaire, vue supérieure.
Fig. 7. — *Id.* Fragment de maxillaire, vue externe.
Fig. 8. — *Id.* Fragment de prémaxillaire, vue externe.
Fig. 9. — *Arius? Lemoinei* n. sp. Agéien. Piquant de nageoire pectorale droite, vue latérale.
Fig. 10. — *Id.* Vue postérieure.
Fig. 11. — Même espèce. Fragment de piquant dorsal, vue latérale.
Fig. 12. — *Arius Dutemplei* Leriche. Agéien. Piquant dorsal, vue latérale.
Fig. 13. — *Pimelodus Gaudryi* Leriche. Agéien. Piquant dorsal, vue latérale.
Fig. 14. — *Phyllodus Gaudryi* n. sp. Agéien. Plaque pharyngienne inférieure.

Fig. 15. — *Egertonia isodonta* Cocchi. Agéien. Plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante.
Fig. 16. — *Nummopalatus Vaillanti* n. sp. Agéien. Fragment de plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante.
Fig. 17. — *Id.* Vue de profil.
Fig. 18. — *Nummopalatus paucidens* n. sp. Plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante.
Fig. 19. — Labridé indét., voisin de *Tautoga* actuel. Conglomérat de Cernay. Plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante.
Fig. 20. — *Id.* Fragment vu de profil.
Fig. 21-22. — *Acanthias orpiensis* Winkler sp. Cernaysien. Fig. 21, dent vue de la face interne ; fig. 22, dent vue par la face externe.
Fig. 23-24. — *Squatina Gaudryi* n. sp. Cernaysien. Fig. 23, dent antérieure, face externe ; fig. 24, dent latérale, face interne.
Fig. 25-26. — *Odontaspis Rutoti* Winkler sp. Cernaysien ? Fig. 25, dent antérieure, face externe ; fig. 26, dent latérale, face interne.
Fig. 27-28. — *Odontaspis elegans* Agassiz sp. Cernaysien. Fig. 27, dent antérieure, face interne ; fig. 28, dent antéro-latérale, face externe.
Fig. 29-30. — *Lamna striata* Winkler sp. Cernaysien (sables de Châlons-sur-Vesle). Fig. 29, dent antérieure, face externe ; fig. 30, dent latérale, face interne.

Après la communication de M. Priem, M. **Albert Gaudry** s'exprime ainsi :

Je dois adresser des remerciements à M. Priem, qui nous donne l'appui de son talent pour la détermination, souvent difficile, des Poissons de notre galerie de Paléontologie. L'étude qu'il vient de faire des Poissons de la collection du Dr Lemoine est particulièrement utile, car le gisement de Cernay est notre plus ancien gisement de vertébrés tertiaires et, à ce titre, il offre un grand intérêt pour les questions d'origine. On ne peut manquer d'être frappé des rapports qui existent entre l'*Arctocyon* de Cernay et le *Clænodon* du Torréjon, entre le *Plesiadapis* de Cernay, l'*Haploconus* et d'autres fossiles du Torréjon, entre le *Plesidissacus* de Cernay et le *Dissacus* du Torréjon, entre le *Neoplagiaulax* de Cernay, le *Neoplagiaulax* et le *Ptilodus* du Torréjon, entre le reptile de Cernay appelé *Simædosaurus* par Gervais et Lemoine, et le *Champsosaurus* du Nouveau-Mexique. M. Priem, par son examen attentif des *Amia* et des Labroïdes de Cernay, nous montre que les Poissons, aussi bien que les Mammifères et les Reptiles, révèlent un lien entre l'Ancien et le Nouveau Continent dans les premiers temps de l'ère tertiaire. Les Poissons de l'Agéien de Lemoine, d'après M. Leriche et M. Priem, contribuent à faire supposer que ces liens ont persisté pendant l'époque du Wasatch et peut-être même plus tard.

LES ÉTAGES CRÉTACIQUES SUPÉRIEURS

DES ALPES-MARITIMES

par M. **A. PERON.**

Au-dessus du Cénomanien dont l'étude est facilitée par de nombreux restes organisés les autres assises du Crétacique supérieur des Alpes-Maritimes sont mal connues.

L'épaisseur considérable de ces assises, leur uniformité pétrographique, les fréquents accidents qui les ont disloquées et enfin la grande rareté des fossiles déterminables et caractéristiques sont autant d'obstacles qui en rendent l'étude ingrate et difficile et n'ont pas permis encore d'y bien reconnaître les divers horizons connus dans les autres régions, ni même d'y délimiter les étages principaux.

En 1877, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Nice, Hébert, expliquant aux assistants la succession des assises au col de Braus, entre l'Escarène et Sospel, signalait un étage cénomanien bien caractérisé; mais, au-dessus, il ne pouvait plus que mentionner une épaisse série de 150 mètres de craie marneuse en disant simplement : « Nous n'avons pu reconnaître l'âge de cette assise ».

Quelques années après, grâce aux recherches de M. Fallot [1], nous sortons de l'ignorance dans laquelle nous étions sur ce terrain crétacique du sud-est.

Quelques coupes habilement relevées sur divers points des Alpes-Maritimes font faire un progrès notable à nos connaissances et, si les détails font encore défaut, si les subdivisions ne sont pas encore distinguées, du moins avons-nous une notion plus nette sur l'ensemble de la formation et sur la succession des assises.

Dans la même année, c'est-à-dire en 1882, M. Toucas [2] nous a signalé l'existence aux environs de Nice de divers fossiles importants, dont nous parlerons ci-après, qui se trouvent également dans la craie à Rudistes de la Provence et des Corbières.

Plus tard, en 1892 M. Ambayrac, en 1893 M. Baron et, en 1896 M. Léon Bertrand, nous ont donné quelques renseignements, notamment sur les environs de Puget-Théniers, sur Menton, sur la vallée supérieure du Var, autour du Dôme de Barrot, etc.

1. Recherches sur le terrain crét. du sud-est de la France. Paris, 1882.
2. *B. S. G. F.* (3), X, p. 198.

Enfin, plus récemment encore, M. de Riaz a communiqué à la Société géologique les importants résultats de ses recherches qui embrassent toute la série crétacée des Alpes-Maritimes et nous a fait connaître de nombreux détails locaux.

Malgré tous ces travaux nous sommes encore loin d'avoir une connaissance suffisante de ces terrains et, au moins en ce qui concerne les étages supérieurs, les renseignements publiés jusqu'ici sont bien sommaires, souvent contradictoires et parfois même erronés.

En ce qui concerne l'importante question de la classification des assises, j'ai le regret de ne pouvoir partager la manière de voir de plusieurs de mes devanciers et je crois utile d'en faire connaître ici les motifs.

Ce n'est pas pour la première fois, d'ailleurs, que je m'essaye à une classification des couches du Crétacique supérieur des environs de Nice. Un séjour assez prolongé que j'ai fait jadis dans ce pays m'en avait déjà donné une certaine connaissance et, en 1877, alors que je discutais la question de l'âge des couches à Hippurites et à Echinides de la Provence, j'ai signalé les environs de Nice comme particulièrement instructifs à ce sujet. En concluant, j'affirmais que la série crétacée de la Palarea était l'équivalent de la série des couches à *Micraster* du Beausset et des calcaires à Echinides des Corbières.

J'ai quelque plaisir, je l'avoue, à rappeler ici cette affirmation; car les recherches que j'ai poursuivies dans ces dernières années ont pleinement confirmé mes prévisions. Elles me permettent maintenant de préciser et d'établir un parallélisme rigoureux entre les horizons du Crétacique supérieur des environs de Nice et ceux des autres régions.

Ce n'est guère que dans quelques localités voisines de Puget-Théniers, ou dans les vallées des Paillons, au nord de Nice, ou encore dans les environs de Menton que l'on peut étudier la série complète du Crétacique supérieur. Toutes les localités, en effet, ne sont pas également favorables pour suivre le développement des assises et pour en recueillir les fossiles caractéristiques. Les plissements et les fractures des couches en interrompent fréquemment la succession normale et, souvent aussi, l'écrasement qu'elles ont subi en ont déformé les fossiles en les rendant méconnaissables. Avec un peu d'habitude et d'exercice, cependant, on parvient à s'y reconnaître au milieu de ces masses assez uniformes et on peut distinguer les horizons.

En résumé, à partir des dernières assises où l'on rencontre des fossiles nettement cénomaniens, c'est-à-dire à partir des marnes à *Holaster subglobosus*, le Crétacique supérieur comprend :

1° Une masse de bancs calcaires durs, serrés, bien lités, gris ou blanchâtres, parfois gréseux et parfois glauconieux, vers la base desquels se place, à un point qui reste à déterminer, la séparation du Cénomanien et du Turonien.

Dans cette masse, de cent mètres environ d'épaisseur, presque partout dépourvue de restes organisés, on rencontre cependant un niveau fossilifère qui appartient nettement à l'étage turonien;

2° Une succession, d'égale puissance à peu près, dans laquelle les bancs calcaires de la série précédente s'espacent de plus en plus, deviennent eux-mêmes plus marneux et sont séparés par des interstices marneux de plus en plus épais. Cette grande assise de marnes fissiles, très délitées et friables à la surface, est d'une grande monotonie et d'un gris plus ou moins foncé.

Les fossiles rares et le plus souvent mal conservés consistent surtout en Inocérames, Echinides et Spongiaires.

3° Une dernière série dans laquelle les bancs calcaires redeviennent plus serrés, plus épais, plus compacts et les intercalations marneuses moins dominantes. Cette dernière série de couches, moins puissante que les précédentes, s'y relie intimement. Elle a la même couleur noirâtre, la même monotonie et le même faciès que l'assise médiane. Ses fossiles sont analogues mais les espèces y sont distinctes.

Cette dernière série se rencontre bien plus rarement que les précédentes. Les calcaires qui la composent sont exploités comme pierre à ciment à Contes et à Font-de-Jarrier.

Ces trois divisions, établies seulement sur l'aspect lithologique des assises, paraissent pouvoir correspondre sensiblement aux trois étages turonien, emschérien et aturien de la nomenclature actuellement en usage.

Nous allons examiner successivement la composition et les caractères de chacun d'eux.

Étage turonien

Les assises, qui constituent cet étage dans les Alpes-Maritimes, sont les plus ingrates et les plus difficiles à déterminer. Tous les auteurs qui ont étudié la région, n'ont mentionné l'existence du Turonien qu'avec réserve et incertitude.

M. Fallot, qui a donné sur ces terrains les détails de beaucoup

les plus complets, n'a pu attribuer qu'avec un point de doute à l'étage turonien, dans sa coupe de Saint-Laurent, une masse calcaire d'une centaine de mètres d'épaisseur, dans laquelle il a recueilli un *Inoceramus*, déterminé *I. problematicus* Schloth. Les Inocerames semblent, en effet, les fossiles les plus répandus dans ces assises crétacées et c'est avec raison que M. Fallot a dit que leur détermination serait indispensable pour établir des divisions dans ces couches si indéchiffrables de la craie des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes [1]. Malheureusement, cette détermination est généralement malaisée. Les Inocerames ne se trouvent, le plus souvent, que bien incomplets et à l'état de moule interne, et ce sont des fossiles d'autant plus difficiles à déterminer exactement que, pour beaucoup d'espèces, les types sont mal définis et fort incertains.

Il existe cependant, dans cette masse de calcaires, certains bancs un peu fossilifères qui, en raison de la faune qu'ils renferment, peuvent être, en toute sécurité, attribués au Turonien et même au Turonien supérieur.

Nous devons signaler tout d'abord ces calcaires, qui ont été exploités au Cap Martin sur la route, entre Menton et Roquebrune, dans une petite carrière que M. de Riaz a mentionnée derrière la caserne des chasseurs-alpins.

Ce petit niveau fossilifère est situé au-dessus d'une épaisse série de calcaires, qu'on voit se développer en suivant la route de Roquebrune et qui se composent de bancs serrés, parfois épais, très résistants, jaunâtres et gris, quelquefois gréseux, quelquefois sublithographiques et paraissant sans fossiles, autant du moins qu'on en peut juger; car ces bancs, visibles seulement par leur tranche, se présentent dans de très mauvaises conditions pour la recherche des fossiles.

Les seules couches fossilifères que nous ayons observées sont visibles, comme nous venons de le dire, dans une petite exploitation, aujourd'hui abandonnée. Elles s'y trouvent, d'ailleurs, comme les autres, dans de mauvaises conditions pour l'étude et le gisement a été rapidement épuisé. Ce sont quelques assises, grises, blanchâtres par places et subgréseuses, fortement inclinées au nord-ouest. J'y ai recueilli :

Terebratula semiglobosa Sowerby, plusieurs exemplaires; *Micraster Leskei* Des Moulins (= *M. breviporus* auctorum), plusieurs exemplaires médiocres mais bien reconnaissables et bien

1. *Loc. cit.*, p. 213.

typiques; *Hemiaster* sp.; *Cidaris* cf. *subvesiculosa* d'Orb., plaques et radioles; *Tylocidaris clavigera* Kœnig, un seul radiole de petite taille mais bien conservé; *Pentagonaster* sp., articles isolés.

Cette petite faune, quoique une partie de ses espèces se retrouvent encore dans l'étage sénonien, est bien caractéristique de la craie turonienne supérieure du Bassin de Paris et notamment de celle des environs de Joigny. Nous ne pouvons hésiter à mettre sur ce niveau le gisement qui la renferme.

C'est, évidemment, encore à ce même niveau qu'il faut attribuer cet autre petit gisement signalé par M. Baron dans le lit du Gorbio, à la limite de l'octroi de Menton, et dans lequel il a indiqué des baguettes de *Cidaris*, un petit *Micraster*, non dénommé, un *Echinocorys*, *Terebratula semiglobosa* et *Rhynchonella*. M. Baron a considéré ces couches comme l'équivalent des calcaires à ciment de Contes-les-Pins et les attribue au Sénonien supérieur. C'est là une conclusion qui ne peut être acceptée.

Au nord de Nice, dans la vallée du Paillon, le même Turonien me paraît représenté, un peu en amont de la Trinité-Victor par des calcaires compacts dans lesquels j'ai recueilli *Micraster Leskei* Des Moulins, en médiocre état.

Ces mêmes calcaires se représentent, plus au nord, à Pont-de-Peille et autres localités.

Dans l'ouest des Alpes-Maritimes nous pouvons, en étudiant les travaux de MM. Fallot, Ambayrac et Léon Bertrand, reconnaître assez facilement l'existence, sur plusieurs points, du même niveau turonien dont nous venons de parler.

Si, par exemple, nous examinons la coupe des Granges de Villars, sur la route de Nice à Roquesteron, donnée par M. Fallot [1], nous constatons que ce savant mentionne : au-dessus de grès siliceux et glauconieux à fossiles cénomaniens, une assise, n° 12, composée de marnes gris-blanchâtre avec bancs calcaréo-gréseux intercalés qui renferment *Terebratula semiglobosa* Sow. et « de petits *Micraster* qui semblent être de jeunes individus du *Micraster Normanniæ* Bucaille ».

Or le *M. Normanniæ* Bucaille, ayant été institué pour des exemplaires de grande taille que tout le monde, et notamment Cotteau et M. Lambert, réunissaient au *M. Leskei* (*M. breviporus*), il est facile de reconnaître que les petits oursins recueillis par M. Fallot doivent être de vrais *M. Leskei*.

La situation stratigraphique de cette espèce, dans la coupe

1. *Loc. cit.* p. 130.

donnée par M. Fallot, est d'ailleurs parfaitement normale car, outre qu'elle se trouve au-dessus de l'étage cénomanien, elle se trouve aussi au-dessous de couches où l'auteur mentionne une faune que nous verrons être propre à l'étage sénonien inférieur.

Sans aucun doute encore, c'est au Turonien qu'il faut attribuer l'assise qui, sous le n° 8, figure dans la coupe relevée par M. Fallot [1] sur la rive gauche de l'Estéron, parallèlement à la route de Nice.

Cette assise est située au-dessus de bancs où se trouve l'*Ostrea columba* Deshayes de grande taille et au-dessous de marnes à fossiles sénoniens et, elle-même, renferme *Terebratula semiglobosa*, *Holaster placenta* Agassiz et Spongiaires nombreux.

On voit, en résumé, d'après ces exemples, qu'il existe certainement de nombreuses localités où la présence de l'étage turonien peut être affirmée. Il semble qu'à l'aide de ces repères on pourra parvenir à établir la continuité de l'étage et à opérer la distinction, non réalisée jusqu'ici, du Turonien et du Sénonien.

Étage emschérien

Conformément à la nomenclature proposée par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, nous désignons sous ce nom la partie inférieure de l'étage sénonien d'Alcide d'Orbigny, comprenant les sous-étages coniacien et santonien de Coquand. C'est la portion du Crétacique supérieur la plus largement représentée dans les Alpes-Maritimes. Quoique les fossiles y soient peu variés et, en général, médiocrement conservés, l'étage est très suffisamment caractérisé, par sa faune, pour qu'il n'y ait aucun doute sur l'âge de la formation. Nous n'avons pu, jusqu'ici, y distinguer les deux horizons, inférieur et supérieur, c'est-à-dire le Coniacien et le Santonien.

Il convient, à mon avis, de faire débuter l'Emschérien un peu au-dessus des calcaires turoniens, vers le point où des assises marneuses viennent, en égale épaisseur, alterner avec les bancs calcaires.

Ces premières assises ne m'ont pas fourni de fossiles. C'est, par conséquent, arbitrairement que nous plaçons à ce point la limite des deux étages mais, peu au-dessus de ce point, commencent à apparaître d'assez nombreux fossiles, *Inoceramus*, *Echinocorys*, *Micraster* et Spongiaires et quelques espèces plus rares mais très caractéristiques, que nous allons indiquer.

1. *Loc. cit.* p. 124.

Ces fossiles sont généralement déformés, écrasés, encroûtés de calcaire tenace et le plus souvent d'une détermination difficile. On en trouve dans de nombreuses couches successives, mais un niveau se fait remarquer plus particulièrement par l'abondance des *Micraster* et un autre par l'abondance des Spongiaires. J'ai retrouvé ces niveaux spéciaux dans de nombreuses localités et ils existent non seulement dans l'Emschérien du nord de Nice, mais à Puget-Théniers et auprès de Menton.

Dans ces assises supérieures, l'Emschérien devient de plus en plus marneux. Les marnes, d'un gris assez uniforme et seulement parfois plus foncé, sont extrêmement fissiles et friables. Toutes les parties exposées à l'action des agents atmosphériques sont délitées en menus fragments anguleux. Il en résulte que, dans cette partie de l'étage, il est fort difficile de recueillir des fossiles entiers et en bon état. Il n'y a guère que quelques Spongiaires, à squelette siliceux, que l'on peut retrouver intacts.

Je signale les ravins de Gando, le grand talus de la rive gauche du Paillon, en face la villa Cauvini, la montée de Pointe-de-Contes à la Palarea comme donnant une belle vue et une bonne coupe de cette puissante série marneuse de l'Emschérien dont les lits, bien stratifiés et plongeant au nord-est, forment une masse rubannée d'un effet remarquable.

Parfois, dans cette masse, on distingue avec une netteté frappante quelques accidents locaux fort curieux comme des plis sinueux, des cassures avec chutes brusques, etc., qui donnent, pour ainsi dire en miniature, une reproduction de grands accidents de la tectonique alpine.

D'autres fois, notamment dans la haute vallée du Var, ces mêmes assises perdent leur allure régulière et deviennent extrêmement tourmentées, contournées et repliées, à ce point qu'on ne peut plus en discerner la stratification.

Dans la vallée du Paillon, où ces strates restent régulières et peu disloquées, on voit très nettement qu'elles sont surmontées en parfaite concordance par les calcaires marneux qui, comme nous le verrons, constituent le Sénonien supérieur ou Aturien.

Des recherches poursuivies avec persévérance, tant par moi-même que par le Commandant Caziot, nous ont mis en possession d'un grand nombre de fossiles parmi lesquels nous avons reconnu quelques espèces intéressantes et très précieuses pour la détermination de l'âge de ces terrains. Nous ne pouvons nous borner à une énumération et il paraît utile d'entrer dans quelques détails au sujet de ces fossiles.

Mortoniceras texanum Rœmer

Cette ammonite, très caractéristique de l'Emschérien supérieur, aussi bien dans le nord de l'Europe que dans la Provence, dans les Corbières, dans le nord de l'Afrique, en Palestine, en Amérique, etc., paraît avoir été rencontrée assez fréquemment dans les Alpes-Maritimes. M. Fallot, en effet, l'a mentionnée dans les couches de la montée de Saint-Laurent, M. de Grossouvre, près de l'Escarène, M. Franchi, près de Sospel et M. Toucas, aux environs de Nice, en compagnie d'*Ammonites pailletteanus* d'Orb. Au musée de Menton il en existe un gros exemplaire, que, malgré son mauvais état, M. de Riaz a reconnu comme *Mortoniceras texanum*.

Cependant, le gisement de ce fossile n'avait pu être précisé, non plus que son niveau stratigraphique. J'ai eu, l'hiver dernier, la bonne fortune d'en rencontrer plusieurs exemplaires bien caractérisés dans des bancs de calcaire marneux, gris, micacé, teinté parfois de rouille, que l'on rencontre à un point assez élevé sur la route de Contes-les-Pins à Châteauneuf-ville-vieille ou Madone-de-Contes. Ces bancs sont assez fossilifères et ils renferment notamment, de nombreux *Micraster*. C'est de ce gisement que proviennent, comme nous le dirons ci-après, *Micraster arenatus* Sismonda, *Holaster integer* Desor, etc.

Baculites incurvatus Dujardin

Les fossiles que j'attribue à cette espèce consistent seulement en fragments assez courts sur lesquels je ne puis distinguer aucune trace de cloisons.

Cependant, par leur taille, par la forme elliptique de leur section, par l'absence de sillons transversaux et surtout par l'existence de tubercules espacés qui ornent le bord externe, ils paraissent pouvoir être assimilés avec sécurité à l'espèce, connue dans la craie santonienne de la Touraine, à laquelle Dujardin a donné le nom de *Baculites incurvatus*.

C'est à la Trinité que j'ai recueilli ces fossiles.

Pleurotomaria cf. royana d'Orbigny

Exemplaire unique, à l'état de moule interne, de très grande taille, en cône bas, à tours convexes, montrant très nettement sur le milieu du tour la trace du sinus. Ce moule ressemble absolument

à certains moules que j'ai recueillis dans la craie supérieure de la Dordogne et qui m'ont paru être des individus de grande taille du *Pleurotomaria royana* d'Orbigny.

Ce moule a été recueilli à la Trinité-Victor, dans les calcaires durs, redressés presque verticalement, que l'on rencontre à droite, en pénétrant dans le petit vallon étroit, entre les deux moulins, sur la rive droite du Paillon.

Inoceramus digitatus Sowerby

C'est là une des espèces les plus importantes que nous ayons rencontrées. Elle est assez fréquente dans le Crétacique supérieur des Alpes-Maritimes où, cependant, M. Toucas seul l'a citée jusqu'ici. C'est un des compagnons habituels de *Mortoniceras texanum* et, comme ce dernier, on le rencontre aussi bien dans le Crétacique supérieur du nord de l'Europe que dans celui du Midi. C'est toujours dans l'Emschérien supérieur ou Santonien qu'on le rencontre et on peut considérer *Inoceramus digitatus* comme l'un des fossiles les plus caractéristiques de ce niveau.

J'en ai rencontré un important gisement, en compagnie du Commandant Caziot, sur la montée de Contes-les-Pins à la Madone, dans un sentier de traverse de la route. Les individus, de très grande taille, y sont nombreux mais enchevêtrés et d'autant plus difficiles à obtenir intacts que la roche est très tenace. Plus haut, dans la direction de la Madone, j'en ai encore trouvé de belles empreintes dans une couche, très inclinée au nord, qui appartient sans doute au même niveau stratigraphique que le gisement rencontré au dessous. C'est dans une couche un peu plus marneuse, très voisine de celle-ci, que j'ai recueilli *Mortoniceras texanum* Rœmer, *Micraster arenatus* Sismonda, etc.

Indépendamment de ces gisements nous en connaissons maintenant d'assez nombreux.

Le Commandant Caziot a, en effet, retrouvé notre espèce à la Trinité-Victor, puis au moulin Gaetti, sur la route de Peille, et, enfin, entre Pointe-de-Contes et Contes-les-Pins.

Enfin, c'est évidemment à l'*Inoceramus digitatus* qu'il faut attribuer ces empreintes de grands bivalves flabelliformes, dont MM. Ambayrac et de Riaz ont parlé et qu'ils ont rapportés au genre *Trichites* dont ils ont, en effet, si singulièrement l'aspect. M. Ambayrac a signalé ce fossile au Valcros et M. de Riaz, près de Menton.

Il est à remarquer qu'il existe au musée de Nice un bon exem-

plaire d'*Inoceramus digitatus*. Je l'y avais remarqué, il a quelques années, mais, en l'absence totale d'indication et en raison de l'existence dans la même vitrine, de nombreux fossiles, *Hippurites* et autres, de la Provence, j'avais pensé qu'il pouvait provenir des environs du Beausset. Il me paraît maintenant certain qu'il provient de la vallée du Paillon.

Comme on le voit, *Inoceramus digitatus* est un fossile assez répandu dans les Alpes-Maritimes et, comme il est, en même temps, très reconnaissable et très caractéristique, il peut être d'un très grand secours pour déterminer sur la carte détaillée de la région l'extension de l'étage emschérien.

Inoceramus sp. nov.

Parmi les *Inoceramus* fort nombreux des couches emschériennes l'espèce la plus répandue est une petite coquille qui ne me paraît pouvoir être assimilée sûrement à aucune des espèces connues.

C'est un *Inoceramus* de taille toujours assez petite, inéquivalve, peu renflé, à crochets contigus, celui de la grande valve assez recourbé. La surface est garnie, comme dans la plupart des espèces, de plis concentriques assez serrés; mais il existe, en outre, des costules concentriques fines et nombreuses qui garnissent aussi bien les plis que leurs intervalles et qui ne ressemblent nullement aux stries ou aux lamelles d'accroissement que l'on observe dans beaucoup d'espèces connues.

Je ne possède encore que des exemplaires un peu insuffisants pour faire figurer l'espèce. Je l'ai rencontrée à la Trinité, à Gando, à Pointe-de-Contes, à Menton, etc.

Je dois mentionner encore ici une autre espèce dont je ne puis malheureusement préciser suffisamment les caractères. Elle est de grande taille, très déprimée, ornée de plis, gros et espacés, mais cependant moins gros et plus serrés que ceux d'*Inoceramus Cripsii*. En outre ils n'ont pas la forme transverse et un peu renflée de ce dernier.

J'ai bien vu, en place, quelques exemplaires assez bons de cette nouvelle forme d'Inocerame, mais je n'ai jamais pu en recueillir que des fragments très insuffisants. Je ne puis donc mentionner l'espèce que pour mémoire.

Ostrea hippopodium Nills.

J'ai démontré dans un autre mémoire, que les Huîtres, généralement désignées sous ce nom, n'étaient que des variétés jeunes et

largement fixées d'espèces diverses du groupe des Pycnodontes, comme *Ostrea vesiculosa* Guéranger, *O. proboscidea* d'Archiac, *O. Costei* Coquand et surtout *O. vesicularis* Lamarck. C'est donc contre ma manière de voir et parce que je ne trouve pas de nom certain à leur appliquer, que je désigne ici sous le nom d'*O. hippopodium*, de nombreux petits *Ostrea* que l'on rencontre, très fréquemment, fixés sur d'autres fossiles, principalement sur les *Micraster* et sur les Spongiaires.

Ces *Ostrea*, de petite taille, représentés toujours exclusivement par des valves inférieures largement attachées, sont, comme forme, comme taille et comme mode de fixation, parfaitement identiques à ceux que nous trouvons si fréquemment sur nos Oursins de la craie du Bassin de Paris et à ceux qu'ont représentés, sous le nom d'*Ostrea hippopodium*, plusieurs auteurs et particulièrement Reuss [1].

Ces jeunes *Ostrea* n'ont pas d'importance au point de vue stratigraphique, car on en trouve de semblables à tous les niveaux du Crétacique supérieur. Il est néanmoins utile de les mentionner, car ils impriment encore un certain cachet de ressemblance entre notre faune du Crétacique niçois et celle de la Craie du nord.

Spongiaires

Les Eponges fossiles sont très abondantes dans le Crétacique des Alpes-Maritimes.

M. Léon Bertrand, parlant de la rareté des fossiles déterminables qu'on rencontre dans ce terrain, cite avec les *Micraster* écrasés et les Inocerames, qu'on ne peut avoir qu'en fragments, des Spongiaires calcaires, encroûtés de calcaire marneux, qu'on ne peut même pas étudier par décalcification.

M. de Riaz cite, en plusieurs localités, des Spongiaires siliceux abondants, dont de grands exemplaires cupuliformes. Des citations semblables ont été faites par MM. Fallot, Ambayrac, etc., mais je ne vois pas qu'aucune tentative ait été faite pour la détermination de ces nombreux Spongiaires.

Cependant des recherches un peu attentives permettent d'en recueillir des exemplaires en bon état et suffisamment dégagés de la gangue pour qu'on en puisse observer, au moins, tous les principaux caractères externes. C'est ainsi que j'ai pu en réunir une nombreuse série et y reconnaître plusieurs formes bien connues par leurs caractères morphologiques et par les détails de leur structure.

1. Die Versteinerungen des Bömischen Kreideformation, pl. XXIX.

Pour d'autres échantillons, la détermination est incertaine et je me borne à signaler leurs affinités apparentes.

Tous ces Spongiaires proviennent principalement de la Trinité, de Pointe-de-Contes et de la route de Contes à la Madone.

Siphonia Kœnigi Mantell (*sub Choanites*).
Siphonia radiciformis Phill. (*sub Spongia*).
Ierea cfr. *elongata* Michelin.
Chenendopora marginata Michelin
» *aurita* Rœmer.
» *tenuis* Rœmer.
Amorphospongia ramosa Mantell.
Verrucospongia cfr. *damæcornis* Rœmer.
Cupulospongia cfr. *auriformis* Rœmer.
» cfr. *contorta* (*sub Achilleum*).
» sp.
Tubulospongia cfr. *nulliporella*.
Porosphæra globosa Von Haguenow.

Toutes les espèces citées ci-dessus existent dans la Craie du bassin anglo-parisien et, en particulier, dans l'étage sénonien, mais plusieurs d'entre elles ont été signalées dans la craie à *Belemnitella quadrata*, c'est-à-dire dans l'Aturien, en même temps que dans l'Emschérien.

Echinides

Les Echinides sont les fossiles les plus connus parmi ceux du Crétacique supérieur de Nice et les seuls qui aient été mis en œuvre jusqu'ici pour la connaissance de ce terrain. Dès 1843, Sismonda, dans un mémoire spécial sur les Echinides fossiles du comté de Nice, en faisait connaître de nombreuses espèces parmi lesquels cinq *Micraster*, des *Holaster*, *Echinocorys* et quelques Oursins réguliers qui ne paraissent pas avoir été retrouvés depuis.

Tout récemment, M. Lambert qui a eu en communication de nombreux matériaux recueillis par M. de Riaz et aussi par MM. Gauthier, Michalet, etc., a procédé à une révision des *Micraster* niçois et étudié diverses questions de nomenclature, d'identité des formes et de dénominations.

Il reste cependant encore à dire sur ces Oursins, moins sur leur détermination propre que sur le niveau stratigraphique qu'ils occupent et qui ne me paraît pas avoir été toujours correctement interprété. Je discuterai ces questions en traitant de chacune des espèces, non seulement de l'Emschérien mais de l'Aturien, mais je ne mentionnerai ici que les espèces que j'ai recueillies et que j'ai pu étudier, m'abstenant de parler de plusieurs formes citées à Nice par divers auteurs et que je n'y ai pas rencontrées.

Micraster decipiens Bayle
= *M. cor-testudinarium* auctor. (non Goldfuss).

J'ai recueilli au moins quatre exemplaires en bon état qui paraissent pouvoir être assimilés avec sécurité à l'espèce si répandue dans l'Emschérien du Bassin de Paris.

Deux d'entre ces exemplaires sont bien typiques. Les deux autres, plus grands et un peu plus arrondis, constituent une variété. Je les ai soumis à l'examen de M. Gauthier et ce savant estime qu'en raison de la disposition de l'ambulacre antérieur on peut y voir cette forme du *Micraster cor-testudinarium* que M. Lambert a nommée *Micraster icaunensis*.

Mes exemplaires ont été recueillis à Menton, à Gando, à Cantaron et à la Trinité.

Micraster cor-anguinum Klein

Un seul de mes exemplaires peut être sûrement rapporté à cette espèce. Il a été recueilli par un ouvrier de la fabrique de ciment de Font-de-Jarrier, mais ne provient pas, au dire de cet ouvrier, des calcaires exploités dans cette usine. Il est en effet un peu usé au pourtour et paraît avoir été ramassé dans quelque sentier des environs. Quoi qu'il en soit, c'est un Oursin qui, par sa taille, sa partie postérieure rétrécie, sa forme un peu renflée et arrondie, son apex un peu en arrière, la structure de ses ambulacres et enfin la position de son périprocte et la forme de sa lèvre paraît se rapporter exactement au *Micraster cor-anguinum* typique. Nous l'avons, chez M. Gauthier, comparé à de bons exemplaires de cette espèce provenant de la craie de Gravesend et notre confrère l'a reconnu bien conforme.

Micraster gibbus Lamarck

M. Lambert a consacré à cette espèce une longue et savante discussion et est parvenu à en débrouiller l'historique assez confus. D'après notre très érudit confrère et ami, on doit prendre pour type de cette espèce exclusivement l'individu décrit par Lamarck en 1816 et figuré dans l'Encyclopédie et on doit admettre que cette forme de *M. gibbus* est celle de Nice. Le type de Lamarck, cependant, a été décrit sans indication de provenance et il semble improbable qu'il ait été cherché aussi loin alors que des formes similaires existent abondamment dans la Craie du Bassin de Paris.

Quoi qu'il en soit, je pense que ces Oursins des environs de Nice qu'on a, de divers côtés, appelés *Micraster gibbus*, ne sont pas encore suffisamment connus et qu'il s'est produit là quelque confusion analogue à celle qui s'est produite dans la Craie du Bassin de Paris pour les formes gibbeuses qu'on y rencontre dans plusieurs niveaux successifs et qui ont été distinguées sous les noms de *Micraster senonensis* Lambert pour l'espèce du Sénonien inférieur et de *M. fastigatus* Gauthier pour celle de la craie à *Belemnitella quadrata*.

Il est à remarquer d'ailleurs que M. Gauthier attribuait au vrai *M. gibbus* les individus dont M. Lambert a fait *M. senonensis* et que, *vice-versa*, M. Lambert considère comme *M. gibbus*, l'Oursin que M. Gauthier a nommé *M. fastigatus* [1].

M. Lambert a fait figurer, comme néotypes de *M. gibbus*, deux exemplaires des environs de Nice, dont l'un, représenté de profil, est de la collection Michalet, et l'autre, figuré sur la face supérieure (pl. XII, fig. 4) et de profil (fig. 5), est de la collection Gauthier [2]. J'ai pu examiner les originaux de ces deux Oursins. Ils ne me paraissent pas identiques. Le premier, dont je parlerai plus loin, est celui de la craie supérieure à *B. quadrata*, c'est à dire *M. fastigatus*. Quant au deuxième, après l'avoir comparé aux nombreux individus que j'ai recueillis dans l'Emschérien, je crois pouvoir conclure qu'il provient de ce dernier étage. Je n'en possède pas d'aussi élevé, car la presque totalité des Oursins de ce niveau sont déformés, mais par sa taille plus grande, par sa forme plus allongée, par ses ambulacres plus longs et plus profonds, ce *Micraster* est bien conforme à mes exemplaires et je suis convaincu de leur identité spécifique.

Mais ce *Micraster* que, à l'exemple de M. Lambert, nous appellerons *M. gibbus*, ne me paraît pas identique aux autres individus également gibbeux et subconiques, mais plus petits, plus cordiformes, à ambulacres plus courts et plus étroits, que nous avons recueillis à Font-de-Jarrier dans un niveau plus élevé.

Ces *Micraster* aturiens, dont nous parlerons ci-après, nous paraissent bien identiques au *M. fastigatus* Gauthier de la craie à *B. quadrata* de Reims et nous avons adopté cette détermination avec d'autant plus de confiance que ces *M. fastigatus* sont accompagnés, à Font-de-Jarrier, d'une autre espèce *M. pseudoglyphus* de Grossouvre qui se retrouve également à Reims associée à *M. fastigatus*.

1. Monog. gen. *Micraster*, p. 228.
2. *B. S. G. F.* (3), XXIV, p. 313. (Il existe entre les planches et leur explication un désaccord que nous corrigeons ici).

Nous pensons donc qu'il y a lieu de distinguer dans le Crétacé supérieur niçois deux espèces de ces *Micraster* gibbeux, à ambulacre impair semblable aux autres, dont M. Gauthier a proposé de faire le genre *Gibbaster*. Il est même encore une autre espèce, *Micraster arenatus*, dont nous allons parler, qui doit rentrer dans ce genre *Gibbaster*.

Micraster arenatus Sismonda

Le type de cette espèce de Sismonda provient des calcaires crétacés, riches en *Micraster*, que l'on rencontre sur la route de Contes-les-Pins, à la Madone de Contes (Châteauneuf). L'espèce a été rencontrée au même endroit, il y a quelques années, par M. de Riaz et reconnue par M. Lambert, auquel les individus ont été communiqués.

C'est une forme assez mal connue, en résumé, car Sismonda n'en a représenté que la face supérieure d'un individu, peut-être un peu exceptionnel. Le profil, la face inférieure, la forme et la position du périprocte restent inconnus. Dans ces conditions, il n'est pas très étonnant que l'espèce soit restée ignorée et n'ait pas été citée par les auteurs.

Il est d'ailleurs évident qu'elle est, au moins, fort voisine de *Micraster Matheroni* Desor et c'est sous ce dernier nom que figurent, tant à l'Ecole des Mines, à Paris, qu'au Musée de Nice, les grands *Micraster* arrondis, qui sans doute représentent l'espèce de Sismonda.

J'en ai moi-même recueilli deux exemplaires dont l'un provient du gisement même de Sismonda, c'est-à-dire, de la route de la Madone et l'autre des environs de Pont-de-Peille. Ils sont, comme le type, grands, larges et arrondis et leurs ambulacres, longs et peu profonds, sont tous à peu près semblables, ce qui doit les faire classer dans le groupe *Gibbaster* de M. Gauthier. Malheureusement ils sont un peu déformés et je ne puis en donner le profil exact.

J'ai pu comparer ces exemplaires à de bons *Micraster Matheroni* que je possède, tant du Beausset que de Rennes-les-Bains, et, malgré l'avis de M. Lambert, je crois que ces espèces pourraient être réunies.

Il y a lieu, d'ailleurs, de faire observer ici que, contrairement à ce qu'a pensé M. de Riaz, *Micraster arenatus* n'est pas une espèce du Sénonien supérieur, mais bien une espèce purement santonienne. On le trouve, à la Madone de Contes, en compagnie

de *Mortoniceras texanum* Rœm., *Inoceramus digitatus* Sow., *Holaster integer* Desor, etc. ; c'est-à-dire avec les fossiles, qui, au Beausset et dans les Corbières, sont les compagnons fidèles de *Micraster Matheroni* d'Orb. et *M. corbaricus* Lambert (= *M. brevis* auctorum).

Echinocorys vulgaris Breyn.

J'ai recueilli de nombreux exemplaires d'*Echinocorys* dans divers horizons du Crétacé supérieur niçois et, quoique la plupart fussent en très mauvais état, il m'a été possible d'y reconnaître différentes formes représentant, vraisemblablement, plusieurs des variétés connues dans la Craie du bassin parisien.

L'*Echinocorys vulgaris* que j'ai rencontré dans les couches émschériennes du pays niçois est toujours déformé ou fragmenté et ses caractères sont malaisés à étudier. Cependant j'en ai trouvé de passables dans le nord-ouest de Menton et, à l'aide de tous ces matériaux, j'ai pu reconnaître que l'espèce est toujours de petite taille, à pourtour anguleux et non rétréci, à carène postérieure assez prononcée. Ce sont exactement les caractères du petit *Echinocorys* que l'on trouve abondamment dans les Corbières en compagnie des *Micraster corbaricus* et *M. Matheroni* et c'est là un trait de ressemblance de plus entre le Sénonien niçois et celui de la Provence et des Pyrénées.

Ce petit *Echinocorys* de Rennes-les-Bains, communiqué par moi à divers spécialistes, avait été considéré, notamment par Cotteau, comme représentant la variété *E. striata* de Lamarck [1]. Ce rapprochement me paraît douteux, car mes individus sont bien différents de ceux figurés par Goldfuss sous le nom d'*Echinocorys striata* Lamk., mais, quoiqu'il en soit, comme il est utile de distinguer mes *Echinocorys* emschériens de ceux du niveau supérieur, je leur appliquerai ce nom en attendant la classification si nécessaire de ces divers Oursins.

Holaster integer Desor

Deux exemplaires recueillis, l'un par moi-même à la Madone de Contes, l'autre par M. Caziot, dans le ravin de Cantaron, me paraissent pouvoir être correctement désignés sous ce nom.

Ils sont tous deux assez mal conservés, mais on y retrouve facilement tous les caractères des *Holaster integer* des Corbières, c'est-

1. Peron. Calcaire à Echinides de Rennes-les-Bains. *B. S. G. F.*, (2), V, p. 521.

à-dire la grande taille, la forme presque orbiculaire, le sillon antérieur élargi, les divers détails des ambulacres, etc.

Holaster integer se trouve dans les Corbières en compagnie de *Mortoniceras texanum*, *Inoceramus digitatus*, comme se trouvent aussi nos *Holaster* de l'Emschérien niçois.

Echinoconus gigas ? Cotteau

Je mentionne, pour mémoire, sous ce nom, un grand exemplaire d'*Echinoconus* malheureusement déformé et un peu incomplet qui m'a été donné par un médecin de Menton comme ayant été trouvé dans les environs de ce pays.

Il a bien la taille et la plupart des caractères des *Echinoconus gigas* des petites Pyrénées de la Haute-Garonne. On distingue dans la gangue de ce fossile de nombreux Foraminifères, *Cristellaria* et autres.

Empreinte végétale.

Je veux encore mentionner ici une empreinte que j'ai rencontrée dans les calcaires marneux noirâtres qui occupent à peu près le centre du pli synclinal de la Trinité-Victor dont nous parlerons plus loin.

Ces calcaires foncés, micacés, parfois charbonneux, se trouvent un peu en aval de la couche à Spongiaires dont nous avons parlé.

Cette empreinte est noirâtre, charbonneuse, rubannée et nettement divisée en deux parties égales par une nervure centrale bien dessinée. M. Fliche, le distingué spécialiste, auquel nous avons soumis notre fossile, nous a donné à son sujet les renseignements suivants : « c'est sans conteste une empreinte végétale. Il me semble également hors de doute qu'il s'agit d'un grand fragment de végétal terrestre. Quelques traces de nervures secondaires, la médiane étant bien prononcée, font même un peu songer à ce qu'on voit chez certaines Protéacées, mais ceci est trop vague et n'est pas une donnée dont on puisse tirer parti ».

Si maintenant nous examinons l'ensemble de la faune dont nous venons d'énumérer les espèces, nous voyons que toute cette faune, sans exception, se retrouve dans l'Emschérien supérieur, c'est-à-dire dans l'étage santonien de Coquand, aussi bien dans le nord que dans le midi de la France.

En ce qui concerne plus particulièrement la craie du Beausset et des Corbières, quoique le Crétacique supérieur de Nice n'ait encore

donné aucun reste d'Hippurites ou de Radiolites, la correspondance n'en est pas moins très bien établie. Les *Mortoniceras texanum*, *Inoceramus digitatus*, *Holaster integer*, *Micraster Matheroni*, *M. corbaricus*, *Echinocorys striata*, sont des formes qui, toutes très caractéristiques, se retrouvent dans la grande assise marneuse qui sépare les niveaux hippuritiques inférieurs et que, depuis longtemps, tous les géologues ont, comme nous l'avions proposé, classée dans l'étage santonien malgré la vive opposition des géologues les plus autorisés de cette époque.

Ce terrain des Alpes-Maritimes, quoique si voisin de celui de la Provence, ne revêt cependant pas, comme ce dernier, le faciès hippuritique et récifal, mais se rattache au contraire, au point de vue du faciès, au Crétacique supérieur du nord de la France. Il constitue donc par sa faune une sorte de trait d'union entre ces formations contemporaines et cependant si disparates du nord et du midi.

Comment se fait-il que ce Crétacique des Alpes-Maritimes, si rapproché de celui de la Provence, n'en ait pas le faciès et soit au contraire semblable à celui des régions relativement très éloignées du nord de la France ? Quelques géologues ont déjà abordé ce problème, mais les explications tirées soit de l'existence de deux mers distinctes, soit des conditions bathymétriques différentes des sédiments crétacés des deux gisements voisins, ne reposent encore que sur des données un peu insuffisantes. Un élément d'appréciation fait encore défaut, c'est une connaissance plus complète de la formation crétacée dans la partie septentrionale de la région alpine.

Étage aturien

Cet étage du Crétacique supérieur ne paraît être représenté jusqu'ici, dans les Alpes-Maritimes, que par sa subdivision inférieure, c'est-à-dire par l'étage campanien de Coquand. Nous ne connaissons encore, en effet, aucune assise qui puisse être placée sur le niveau du Maëstrichtien ou du Dordonien. L'Aturien inférieur, lui-même, ne semble pas être complet. Il est d'ailleurs très peu répandu dans la région et ce n'est guère qu'au nord de Nice, au pourtour du massif éocène de Contes-l'Escarène, que nous le voyons bien nettement représenté.

M. de Riaz a bien classé sur l'horizon de la craie de Meudon, diverses couches de la presqu'île de Saint-Hospice, près Baulieu [1], et celles de la Madone de Contes, qui renferment *Micraster are-*

1. *B. S. G. F.*, XXVII, (3), p. 425.

natus, mais, comme nous l'avons démontré ci-dessus, l'âge de cet Oursin n'a pas été correctement interprété et, d'autre part, les autres fossiles, assez nombreux, recueillis par M. de Riaz à Saint-Hospice, ne sont pas de nature à établir l'âge campanien de ce gisement.

De même encore, contrairement à l'avis exprimé par M. Baron et, partiellement, par M. de Riaz, je pense que les couches du Crétacique supérieur qui affleurent autour de Menton ne représentent que les étages turonien et emschérien. Je ne connais jusqu'ici aucun fossile qui permette d'admettre dans cette région la présence de l'Aturien et encore moins celle du Danien que quelques explorateurs y ont signalé.

Il y a lieu même d'aller plus loin et je crois pouvoir conclure que les seules couches connues que l'on attribue généralement, dans les environs de Nice, à la Craie supérieure, ne représentent que la zone inférieure de l'étage campanien, c'est-à-dire la craie de Reims à *Belemnitella quadrata*, à l'exclusion de la craie de Meudon à *Magas pumilus* et *Belemnitella mucronata* (sans *B. quadrata*). Nous développerons ci-après les motifs qui ont déterminé cette manière de voir.

Les assises qui, au nord de Nice, nous paraissent constituer l'Aturien, ressemblent beaucoup à celles de l'Emschérien. Il semble impossible, en l'état de nos connaissances, d'indiquer un point précis où il convient de placer la séparation des deux étages.

Nous avons dit plus haut que l'Aturien devait être considéré comme débutant vers le point où les marnes de l'Emschérien supérieur font place à des bancs calcaires de plus en plus serrés et épais, mais la transition entre les deux séries est très ménagée et les calcaires de l'Aturien conservent encore des lits marneux interstratifiés semblables à ceux de l'étage précédent, quoique moins épais. Ces marnes et calcaires sont également gris, parfois noirâtres, teintés de rouille par places, micacés, à grain fin, parfois sublithographiques. Leur stratification demeure aussi nette et aussi régulière que dans l'Emschérien. Il semble seulement qu'en raison sans doute de la rigidité et de la résistance des gros bancs calcaires, ces assises supérieures ont été moins écrasées par les pressions latérales et les fossiles y sont moins déformés et en meilleur état.

Ces bancs de calcaire marneux sont largement exploités pour la fabrication du ciment et de la chaux hydraulique, tant à l'usine de Contes-les-Pins qu'à celle de Font-de-Jarrier, où naguère on n'exploitait que le calcaire nummulitique. Grâce à cette circonstance on a pu obtenir, provenant de ces couches, plusieurs bons

fossiles en meilleur état de conservation que ceux que les explorateurs peuvent habituellement recueillir eux mêmes à la surface du sol.

Ces fossiles, qui ne sont pas complètement les mêmes dans les deux usines, sont surtout, à Contes-les-Pins, des Ammonites et, à Font-de-Jarrier, des Echinides. Les uns et les autres sont également précieux pour la détermination de l'âge des gisements, car les mêmes espèces sont connues dans plusieurs autres régions et, toujours, c'est l'étage aturien inférieur qu'elles habitent. Nous allons les examiner ci-après.

Un croquis du front de taille des carrières de Contes-les-Pins a été donné par M. Fallot [1] d'après un dessin de M. Baron.

Il ne m'a pas paru que les couches présentassent, dans cette carrière, les allures irrégulières et les inégalités d'épaisseur que montre le croquis en question. Elles sont, au contraire, bien litées et d'une inclinaison uniforme.

La couleur des calcaires et des marnes est parfois très foncée, presque noire et on y trouve même, intercalées, quelques veinules charbonneuses. On y rencontre aussi quelques rognons de pyrite. Les fossiles n'y sont pas très abondants et, seuls, les Inocerames paraissent un peu fréquents. J'y ai recueilli des exemplaires bien typiques d'*Inoceramus Cripsii* Mantell.

D'après les indications de M. Baron, les Ammonites existeraient dans tous les bancs supérieurs de la carrière et les *Micraster* dans les bancs inférieurs. Je ne suis pas en mesure de donner des renseignements à ce sujet.

Il est rare qu'un visiteur ait l'occasion de recueillir lui-même les Ammonites. Je n'en ai trouvé moi-même qu'un fragment et encore se trouvait-il dans des déblais et débris non en place. Quant à celles que les ouvriers m'ont données, je n'ai pu avoir sur la couche d'où elles provenaient, que des renseignements incertains.

En ce qui concerne les *Micraster* je n'en ai pas trouvé dans la carrière même. C'est seulement à une certaine distance et, dans des couches un peu inférieures, en effet, aux calcaires exploités que j'en ai rencontré un mauvais spécimen.

M. Fallot a cité dans la carrière de Contes-les-Pins plusieurs espèces d'Ammonites connues, l'une dans la Craie du sud-ouest, les autres dans le Crétacé des Indes orientales. Je n'ai pas retrouvé ces espèces. La seule que j'y ai recueillie est *Pachydiscus Levyi* de Grossouvre. Ce doit être là la forme la plus fréquente, car j'en ai

1 *Loc. cit.* p. 137.

rapporté quatre individus en bon état dont deux de grande taille. Il me paraît probable, d'ailleurs, que c'est à cette même espèce qu'il faut attribuer l'Ammonite que M. Fallot a désignée sous le nom d'*A. ootacodensis* Stoliczka, cette espèce de l'Inde ayant, en effet, sensiblement l'ornementation et la forme de *Pachydiscus Levyi*.

Le *P. Levyi* n'est pas absolument spécial au gisement de Contes-les-Pins. Il existe aussi dans la Charente et M. de Grossouvre le signale aux environs de Montmoreau, dans l'assise P^1 de M. Arnaud, c'est-à-dire dans le Campanien inférieur.

Une autre espèce de Contes-les-Pins, que je n'ai pas retrouvée, mais que M. de Grossouvre a étudiée dans la collection de la Sorbonne, le *Mortoniceras campaniense* de Gross., a exactement la même signification stratigraphique. On la retrouve à Montmoreau et dans plusieurs autres localités au même niveau du Campanien inférieur. Nous verrons que les Oursins confirment parfaitement ce classement.

Un des faits intéressants qu'on observe dans les carrières de Contes, c'est que, comme nous le montre très bien le croquis de M. Baron, les calcaires crétacés y sont surmontés par le terrain nummulitique dont un banc puissant forme le couronnement du front de taille. J'ai suivi avec attention sur un certain parcours la ligne de contact de ce banc, mais je n'ai pu y reconnaître aucune trace nette de discordance entre les assises ou d'interruption sédimentaire.

Il m'a semblé qu'à Font-de-Jarrier, où la situation est encore semblable, il en était de même. Dans cette localité les gros bancs gréseux remplis de Nummulites par lesquels débute l'Eocène sont faciles à suivre et à distinguer même de loin, et ils m'ont paru se modeler très régulièrement et en parfaite concordance sur les derniers bancs du Crétacé.

Cependant, d'après la coupe de ce gisement donnée par Hébert [1], en 1877, les dernières assises du Crétacé, qui contiennent, disait-il, les mêmes espèces que la craie de Bidart, présenteraient au contact du Nummulitique une surface ravinée, corrodée et percée par les Lithophages.

D'autre part, non loin de Font-de-Jarrier, sur les hauteurs mêmes de la Palarea, notre confrère M. Caziot a observé une discordance de stratification très marquée entre le Crétacé et le Nummulitique et il considère ce dernier terrain comme enclavé dans le premier, contre lequel il vient buter.

1. *B. S. G. F.* (3) V, p. 809.

Il semble possible qu'il en soit, en effet, ainsi. M. Léon Bertrand a montré que dans le nord des Alpes-Maritimes le terrain nummulitique est très souvent en discordance angulaire sur son *substratum* et qu'il repose indifféremment sur les différents termes du terrain crétacé et même sur le Jurassique [1]. Ce ne serait, d'après notre confrère, que dans le centre des synclinaux, comme par exemple à Puget-Théniers, qu'il y a concordance absolue entre le Crétacé supérieur et le Nummulitique.

Ces faits s'expliquent aisément et sont tout à fait normaux. Ils concordent avec nos observations, desquelles il résulte que la série crétacée supérieure est très incomplète dans les affleurements visibles de la région niçoise et qu'il y manque non seulement l'étage danien, mais encore le Maëstrichtien et même le Campanien supérieur. Le terme le plus élevé que nous connaissions du Crétacé niçois, c'est-à-dire l'Aturien inférieur, ne paraît visible que sur le bord de la grande cuvette où s'est déposé le Nummulitique de l'Escarène. Partout ailleurs, même au col de Braus, où cependant la succession semble régulière et continue, nous ne connaissons pas l'Aturien bien caractérisé. Il semble donc possible que les termes supérieurs du Crétacé soient plus ou moins masqués par le terrain tertiaire.

Dans diverses localités de l'ouest niçois, notamment aux environs de Puget-Théniers, on remarque, entre les marnes crétacées et le Nummulitique, une intercalation parfois épaisse de poudingues et de cailloux roulés qui témoignent d'un changement considérable dans les conditions sédimentaires et dans la distribution des rivages.

Cette lacune que nous constatons dans la série crétacée supérieure résulte-t-elle d'une émersion de la contrée avant le dépôt du Maëstrichtien et d'une interruption sédimentaire qui expliquerait les traces signalées par M. Hébert à Font-de-Jarrier ou bien résulte-t-elle d'une ablation de ces couches crétacées supérieures postérieurement à leur dépôt ? Il semble difficile de répondre d'une manière certaine à cette question, mais nous adoptons plus volontiers la deuxième version qui explique mieux l'inconstance, l'irrégularité et la situation des lambeaux de couches aturiennes qui ont survécu et que nous connaissons aujourd'hui.

La constatation de l'existence de l'Aturien exclusivement sur le bord de la cuvette nummulitique de l'Escarène, c'est-à-dire sur le versant nord du grand anticlinal dont on voit l'axe près du

1. *Loc. cit.*, p. 64.

Pont-de-Peille, est de nature à appeler l'attention et je me suis demandé pourquoi, sur le versant sud de cet anticlinal, on ne retrouvait pas l'affleurement de l'étage en question.

M. Fallot [1] a donné, dans l'ouvrage que nous avons déjà fréquemment cité, une coupe de la retombée sud de cet anticlinal relevée sur la rive droite du Paillon, entre le Pont-de-Peille et la Trinité-Victor. Nous y voyons la série continue des couches du Cénomanien, du Turonien et de l'Emschérien, mais, malheureusement, cette coupe est arrêtée au point même où elle serait le plus intéressante, c'est-à-dire au point, à peu près, où devrait apparaître l'Aturien.

Je crois que, si M. Fallot a arrêté sa coupe à ce point, c'est parce qu'il existe là un nouvel accident tectonique, qui est venu interrompre la succession régulière et la continuité des assises.

Notre confrère, M. de Riaz, a donné dans sa note déjà citée, une esquisse schématique de cet accident, mais ses recherches trop rapides ne lui ont pas permis de l'interpréter complètement. Il me paraît utile de reprendre cette question dont j'ai poursuivi la solution dans plusieurs excursions, que M. Caziot a complétées depuis, de manière à ne laisser inexplorée aucune portion des couches.

Pour plus de clarté, je reprendrai la question au point où l'a laissée M. de Riaz et je reproduirai ci-dessous son petit croquis, lequel fait suite à la coupe donnée par M. Fallot de la succession des assises crétacées sur la rive droite du Paillon entre le Pont-de-Peille et la Trinité-Victor.

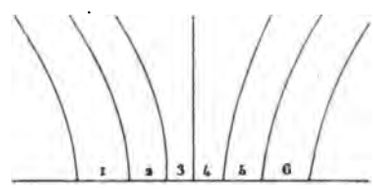


Fig. 1.

Le petit schema ci contre (fig. 1) représente un groupe de couches très redressées et disposées en éventail que l'on observe à hauteur de la Trinité, entre les deux moulins situés sur la rive droite.

D'après la légende de la figure, les assises 1, 2, 3, 4 sont des bancs sans fossiles, l'assise 5 est dénommée couche à Inocerames et le n° 6, couche à *Micraster*. M. de Riaz déclare, d'ailleurs, qu'il lui est impossible de dire si la couche à Inocerames est au-dessus ou au-dessous des *Micraster*.

Je pense tout d'abord qu'il n'y a pas lieu de faire cette distinction de couches à Inocerames et de couches à *Micraster*. Elle est plutôt

1. *Loc. cit.*, p. 138.

de nature à induire en erreur. Il y a des Inocerames dans toutes ces couches et, à peu près, en égale abondance. Quant aux *Micraster*, s'ils sont, en réalité, un peu plus fréquents dans un des bancs, à la base de la coupe, il n'en est pas moins certain que j'en ai trouvé dans sept ou huit niveaux successifs et sur plus de 60 mètres d'épaisseur de couches.

Mais ce n'est là qu'un petit côté de la question et l'important est de rétablir la succession normale des couches et de montrer leur situation respective qui est beaucoup plus compliquée que ne le montre le croquis ci-dessus.

Les couches 5 et 6 de M. de Riaz sont sensiblement les dernières de la coupe de M. Fallot dont toutes les assises, depuis le Cénomanien jusqu'au Sénonien, sont régulièrement superposées et fortement inclinées au sud, sous un angle qui atteint parfois 80°.

Ces couches 5 et 6 du croquis ci-dessus, qui suivent exactement le mouvement des précédentes, sont donc en situation normale.

On peut les considérer comme appartenant à la base du Sénonien-Emschérien, car, peu au-dessous, j'ai recueilli un petit *Micraster* qui paraît pouvoir être rapporté au *M. Leskei* du Turonien supérieur.

Ces premières assises du Sénonien sont peu fossilifères ou, du moins, elles se présentent dans des conditions défavorables pour la collecte des fossiles. De même que beaucoup d'autres qu'on voit le long du sentier, elles ne présentent guère à l'observateur qu'une tranche redressée dont on ne peut voir que le bas et qui, d'ailleurs, a été déjà épuisée par les précédents visiteurs. Mais si l'on peut gravir un peu sur le flanc de la montagne et, si, surtout, on veut bien pénétrer dans un petit vallon ou ravin très caillouteux qui entaille le milieu des assises 5 et 4, on rencontre de grands bancs, en plans fortement inclinés et pas toujours accessibles mais présentant de larges surfaces dénudées sur lesquelles les fossiles, assez rares d'ailleurs, sont parfaitement visibles.

Une couche fossilifère qui semble avoir échappé aux recherches de M. de Riaz, se voit à l'entrée même du petit vallon dont nous parlons, sur le versant sud, et se continue même jusqu'au sentier qui suit le canal de dérivation du moulin. C'est une couche de calcaire marneux gris, remplie de Spongiaires et surtout de *Tubulospongia nulliporella* Rœm., *Chenendopora aurita* Rœm., *Cupulospongia*, etc. Elle est encore, comme les couches situées en amont, fortement inclinée vers le sud et leur est visiblement superposée. C'est un très bon point de repère, car l'abondance des Eponges permet de la retrouver facilement.

Tout cet ensemble appartient encore, incontestablement, à l'Emschérien, car, presque immédiatement au-dessous de la couche à Eponges, j'ai rencontré un *Micraster* assez bien conservé, exceptionnellement, qui peut être sûrement déterminé *M. decipiens* Bayle.

En aval de la couche à Spongiaires, en suivant le canal de dérivation, on rencontre encore des assises marneuses inclinées vers le sud, puis, on arrive à une partie très troublée, parfois cachée par les cultures, parfois montrant des strates verticales où les couches sont comme schistoïdes, écrasées, laminées par une pression énergique, très tourmentées dans leur allure et remplies de veinules irrégulières, cristallines. Dans cette portion de couches nous n'avons aperçu aucun fossile, ce qui se comprend aisément.

C'est au delà de cette partie tourmentée que les strates changent d'inclinaison et commencent à plonger au nord sous un angle d'abord voisin de 80° et qui diminue un peu plus au sud.

Cette série inverse, si l'on se borne à l'examiner le long du sentier, n'apparaît que très incomplète et à peu près sans fossiles. Certains bancs, écrasés dans le bas par la compression, semblent avoir été refoulés dans la hauteur et c'est seulement à un certain niveau au-dessus de la vallée qu'on les voit s'intercaler entre les assises marneuses schistoïdes et écrasées.

En réalité, cette série qui, dans le bas, semble un peu différente de la première se compose, comme celle-ci, de marnes et de calcaires durs alternants, très puissants, et elle nous a fourni exactement les mêmes fossiles, Spongiaires, *Inoceramus*, *Micraster* et *Echinocorys*, semblablement distribués et en aussi mauvais état.

En résumé, après comparaison de toutes ces couches, il m'a paru que la série inverse n'était que le pendage de la série normale et que nous nous trouvions, à la Trinité, en présence d'un pli synclinal très aigu dans l'intérieur duquel les couches ont été broyées, repoussées en hauteur et repliées les unes sur les autres.

On peut voir même, sur le versant droit du ravin dont nous avons parlé ci-dessus, un endroit où les bancs, presque verticaux, ont leur tranche supérieure recouverte par des calcaires horizontaux comme si une cassure était survenue qui a couché ces derniers sur les bancs redressés.

Ce grand pli synclinal de la Trinité semble n'avoir affecté que les assises emschériennes. Nulle part, dans cette série, je n'ai rien vu qui puisse représenter l'Aturien.

Nous représentons dans le schéma ci-contre la disposition des assises dans cette portion de la vallée du Paillon, comprise entre le moulin de la Trinité-Victor et l'usine de Font-de-Jarrier.

En suivant la série, du côté sud du synclinal, on la voit interrompue près du moulin, par un vallon assez profond, creusé dans une partie marneuse et les cultures ne permettent plus de discerner la succession des couches. On ne les revoit avec quelque netteté que dans le massif qui sépare la route de Saint-André de la vallée du Paillon. Là, nous retrouvons des bancs assez tourmentés qui n'ont pas fourni de fossiles et qui paraissent appartenir au Turonien ou au Cénomanien. Ils forment sans doute le pendage des calcaires de Drap et s'étendent jusqu'au massif des grands calcaires rigides du terrain jurassique qui semblent avoir été le butoir contre lequel les assises crétacées ont été poussées et écrasées.

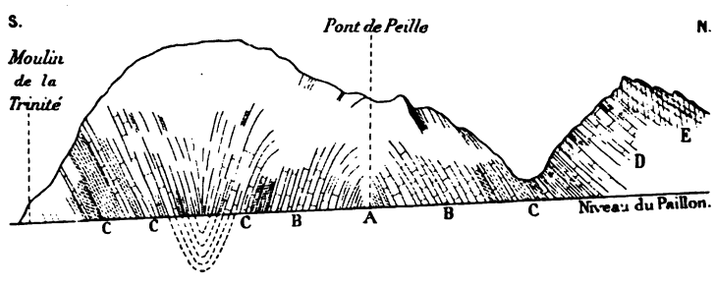


Fig. 2. — Profil schématique des assises du Crétacique supérieur entre La Trinité et Font-de-Jarrier.
Echelle des longueurs 1/40.000 environ ; hauteurs très exagérées.
A, Marnes cénomaniennes; B, Turonien; C, Emschérien; D, Aturien inférieur ; E, Calcaires nummulitiques.

Nous avons ainsi, dans la vallée du Paillon, un aperçu de ces grands accidents tectoniques qui au nord-ouest de la région niçoise, sur les rives du Var et dans les montagnes de Levens et de Coaraze, ont si singulièrement bouleversé et tourmenté les couches crétacées.

Les géologues que passionne, à si juste titre, l'étude de ces grandioses manifestations des forces mécaniques qui ont donné à nos montagnes leur structure parfois si compliquée, en trouveront dans ces régions de curieux effets. Les coupes nombreuses qui illustrent la très intéressante notice de M. Ambayrac sur les lignes de Nice à Grasse et à Puget-Théniers, nous montrent quelques-uns de ces singuliers effets. On y trouve de curieuses représentations des allures torturées et des plissements compliqués et bizarres que les compressions latérales contre les massifs jurassiques ont imprimés aux assises, relativement malléables, du Crétacique supérieur.

Nous avons déjà donné ci-dessus un aperçu des motifs qui nous portent à classer dans l'Aturien inférieur et même, exclusivement,

dans la zone la plus ancienne de cet étage, les calcaires à ciment de Contes-les-Pins et de toute la bordure sud de la cuvette nummulitique de l'Escarène.

Il est nécessaire maintenant d'entrer dans quelques détails à ce sujet et notamment d'examiner la faune que renferment ces calcaires et qui me paraît justifier la classification que j'ai adoptée.

Nous donnerons donc ci-après la liste des espèces recueillies, en l'accompagnant des commentaires utiles à la cause.

Pachydiscus Levyi de Grossouvre

C'est, comme nous l'avons dit, l'Ammonite la plus fréquente dans la carrière de Contes-les-Pins. Nous en avons rapporté quatre individus dont l'un mesure 31 centimètres de diamètre et montre l'ornementation très bien conservée.

D'après M. de Grossouvre, cette espèce se retrouve, dans la Charente, dans la couche P^1 de M. Arnaud, c'est-à-dire dans le Campanien inférieur.

Il en est de même d'une autre espèce, *Mortoniceras campaniense,* provenant aussi des carrières de Contes, que M. de Grossouvre a examiné dans la collection de la Sorbonne. Je n'ai pas retrouvé cette Ammonite, non plus que quelques autres signalées par M. Fallot. Il me paraît que celle que ce savant a mentionnée sous le nom d'*A. ootacodensis* Stoliczka doit être la même que *Pachydiscus Levyi.*

Aptychus leptophyllus Sharpe

A. leptophyllus Sharpe. *Descrip. of the fossil remains of the mollusca found in the chalk of England,* p. 55, pl. XXIV, fig. 1.
A. leptophyllus Stolley. *Die Kreide Schleswig-Holsteins,* p. 229, pl. VIII, fig. 2-4.

Exemplaire unique mais en bon état, recueilli dans les couches qui forment la base de la barre calcaire de Font-de-Jarrier Cet exemplaire a bien la taille, la forme et tous les caractères des *Aptychus leptophyllus* de la craie à *Belemnitella quadrata* de Lägerdorf et de la craie supérieure de Brighton.

Inoceramus Cripsii Mantell

J'ai recueilli plusieurs exemplaires d'*I. Cripsii.* Deux sont en très bon état et tout à fait typiques. Ils proviennent, l'un des carrières de Contes, l'autre de la montée de la Palarea.

En outre j'ai rencontré au-dessous des calcaires de Font-de-Jarrier un exemplaire plus petit, de forme très oblique, qui me paraît être celui que M. Fallot a nommé *Inoceramus Cripsii* var. *giarielensis*.

M. Ambayrac a signalé l'espèce au nord du cimetière de Puget-Théniers.

Inoceramus Cripsii est un fossile commun dans la craie à *Belemnitella quadrata* de Reims où il se trouve avec les Echinides que nous allons mentionner.

Ostrea hippopodium Nills.

Je mentionne encore ici cette espèce dont j'ai déjà parlé à propos des fossiles emschériens. Elle est beaucoup plus rare dans l'étage aturien et ne s'y rencontre que fixée sur quelques Oursins.

Micraster fastigatus Gauthier

Malgré l'avis de M. Lambert[1] qui pense que cette espèce pourrait être réunie au vrai *Micraster gibbus*, c'est sous le nom de *M. fastigatus* que je crois devoir mentionner les Oursins gibbeux qu'on rencontre dans les calcaires de Font-de-Jarrier. J'ai dit plus haut, en parlant des *Micraster gibbus* de l'Emschérien, que, sur les deux exemplaires néotypes de cette espèce figurés par M. Lambert[2], l'un, celui de M. Michalet, me paraissait être *Micraster fastigatus*, tandis que l'autre, de la collection Gauthier, plus grand, plus allongé, plus convexe et relativement moins conique à la face supérieure, me paraissait semblable aux exemplaires qu'on rencontre dans l'Emschérien. Tous deux sont bien indiqués comme provenant de la Palarea, mais cette indication, impropre d'ailleurs, comprend tout aussi bien les calcaires et marnes emschériens de la montée de la Palarea que les calcaires aturiens de Font-de-Jarrier et jusqu'ici aucune distinction n'a été faite entre ces deux horizons. C'est là une cause de confusion, car chacun d'eux contient des *Gibbaster* (*Micraster* gibbeux à ambulacre impair à peu près semblable aux autres) et ceux du niveau inférieur paraissent toujours beaucoup plus grands, plus longs, moins coniques que ceux du niveau supérieur.

Vraisemblablement, c'est aux exemplaires de ce dernier niveau,

1. Monog. genre *Micraster*, p. 228.
2. *B. S. G. F.* (3), XXIV, XII.

généralement mieux conservés et mieux connus, que les auteurs ont dû appliquer le nom de *Micraster gibbus*. Il resulterait même de l'explication des figures de *M. gibbus* données par M. Lambert que notre confrère et ami considère son échantillon, figuré sous le n° 3, c'est-à-dire celui de M. Michalet, comme la forme typique, l'autre, celui de M. Gauthier, n'en étant qu'une variété grande, plus allongée que le type.

Mais, malgré la savante discussion destinée à débrouiller son identité et la synonymie que M. Lambert a consacrée à *Micraster gibbus*, il ne semble pas prouvé que le type original, auquel Lamarck a pour la première fois appliqué ce nom, soit réellement celui de l'Aturien de Font-de-Jarrier. Il paraît donc préférable, sans rien préjuger d'ailleurs de cette question que nous réservons à la grande compétence de notre ami, de désigner ici l'Oursin qui nous occupe sous le nom de *Micraster fastigatus*, le point essentiel pour nous étant, non pas d'élucider la question de synonymie, mais de déclarer simplement que nos exemplaires de Font-de-Jarrier nous paraissent, de tous points, identiques aux Oursins de la craie de Reims, auxquels M. Gauthier a donné ce nom.

Nous avons sous les yeux, en y comprenant l'Oursin de M. Michalet, quatre exemplaires de ce *Micraster fastigatus*. Ils sont tous bien semblables, de taille assez petite, larges vers le milieu, cordiformes, à face inférieure plane, à face supérieure très élevée et subconique, à ambulacres courts, très peu profonds, tous composés de pores allongés et conjugués. Le sillon antérieur est profond à l'ambitus, mais moins que dans l'espèce suivante et le péristome reste un peu éloigné du bord antérieur.

Les différences qui permettent de distinguer ces exemplaires des *Micraster gibbus* de l'Emschérien consistent surtout, comme je viens le dire, dans leur taille bien moindre, dans leur forme plus courte, plus cordiforme, etc., mais en outre dans leurs ambulacres plus courts et moins profonds.

Micraster Gottschei Stolley

Die Kreide Schleswig-Holsteins, p. 257, pl. 8, fig. 4 (1892).

= *M. glyphus* Gauthier in Peron. Notes hist. ter. de Craie, p. 233, pl. VI, fig. 6, 7, 1887 (Non Schlüter 1869). = *M. pseudoglyphus* de Grossouvre. = *M. Schröderi* Stolley. *Loc. cit.*, p. 258, pl. VIII, fig. 5, et pl. IX, fig. 1.

Avec l'espèce précédente on trouve assez fréquemment à Font-de-Jarrier un autre *Micraster* plus grand, plus allongé, plus

longuement acuminé à la partie postérieure, moins gibbeux au dessus, à péristome très en avant, avec lèvre sternale visible dans le sillon ambulacraire.

Je possède cinq individus de ce *Micraster* dont trois en très bon état. Le plus grand atteint 70 millimètres de longueur et 60 millimètres de largeur, en avant de l'apex.

C'est très probablement à la même forme qu'appartient le *Micraster* recueilli dans le même gisement par M. Fallot et que ce savant signale comme très acuminé. Il se rapporte peut-être, dit-il, au *Micraster cordatus* Agassiz et est identique à des *Micraster* recueillis par M. Hébert dans la craie à Belemnitelles de Pologne.

M. Lambert [1], qui a étudié les Oursins de Font-de-Jarrier recueillis par M. de Riaz, a rapporté ceux qui nous occupent au *Micraster Brongniarti* Hébert, de Meudon, mais en en faisant une variété distincte sous le nom de var. *Sismondæ*. Notre savant ami ajoute d'ailleurs, d'autre part, qu'on arrivera probablement un jour à séparer cette variété *Sismondæ* des *M. Brongniarti* types du Bassin de Paris.

J'ai comparé minutieusement mes *Micraster* de Font-de-Jarrier à la nombreuse série que je possède des *Micraster pseudoglyphus* de la craie de Reims (*M. glyphus* Gauthier) et je trouve parmi ces derniers des individus bien identiques aux premiers.

D'autre part M. Lambert a reconnu que le *Micraster pseudoglyphus* était identique à ceux de la craie à *B. quadrata* du Schleswig appelés par M. Stolley *M. Schröderi* et *M. Gottschei* et que ces derniers noms étant plus anciens, celui de *pseudoglyphus* devait être abandonné. Nous admettons cette manière de voir d'autant plus volontiers que, depuis longtemps, nous avons reconnu l'identité de nos Oursins de Reims avec ceux de la craie à *B. quadrata* du nord de l'Europe [2].

L'examen des descriptions et des figures données par M. Stolley nous a confirmé dans cette opinion en ce qui concerne les Oursins de Lägerdorf mais, ici, une petite difficulté se présente pour l'adoption d'un nom. M. Stolley a décrit deux espèces, *M. Gottschei* et *M. Schröderi*, que M. Lambert considère comme devant être réunies. Notre confrère a adopté le second de ces noms pour les deux formes et n'a pas fait connaître la raison de ce choix. Cependant *M. Gottschei* vient le premier dans l'énumération et la description des espèces et, à défaut d'autre indication, ce nom pourrait être considéré comme étant le plus ancien et devant, par

1. *In* de Riaz. *B. S. G. F.* XXVII, p. 417, et Monog. genre *Micraster*, p. 200.
2. Hist. terr. de craie, p. 76-77.

conséquent, être appliqué à l'espèce. D'autre part, je dois reconnaître que par sa grande taille et par sa forme plus progressivement amincie à l'arrière, l'individu figuré (pl. VIII, fig. 4) par M. Stolley, sous le nom de *M. Gottschei* est encore plus semblable aux miens que celui représenté par la fig. 5 de la même planche comme type de *M. Schröderi.*

Il y a donc là quelques raisons qui me paraissent militer pour l'adoption du premier de ces noms.

Devons-nous, maintenant, à l'exemple de M. Lambert, considérer nos Oursins comme une simple variété de *Micraster Brongniarti ?* c'est là une question que je considérerais comme oiseuse s'il ne s'y mêlait un petit intérêt stratigraphique. Le *M. Gottschei* ou *M. pseudoglyphus*, se montre bien dans la craie de Meudon en même temps que dans la craie à *Belemnitella quadrata*, mais je ne crois pas que le vrai *Micraster Brongniarti* de Meudon ait été jusqu'ici trouvé dans la craie à *B. quadrata.* C'est donc une forme un peu plus récente que la première et dont le type doit rester exclusivement l'Oursin à pourtour un peu rhomboïdal, à partie postérieure peu acuminée et peu obliquement tronquée, que M. Hébert a figuré sous ce nom [1]. Sans doute, on peut trouver, à Meudon même, des individus à caractères mixtes qui établissent la transition entre les deux formes, mais, je le répète, dans la craie à *B. quadrata* la forme *pseudoglyphus* seule se montre. C'est donc cette dernière qui est la plus ancienne. C'est l'espèce mère dont *M. Brongniarti* n'est qu'un descendant et une variation. Il semble plus logique d'envisager ainsi la question que de faire de l'ancêtre une variété de ses enfants.

Echinocorys vulgaris Klein. var. *gibba*

Je n'ai recueilli moi-même dans les calcaires aturiens qu'un mauvais fragment d'Echinocorys.

Mais il m'en a été donné, comme provenant de Font-de-Jarrier, deux exemplaires qui, quoique un peu déformés, sont déterminables. Ils sont de taille beaucoup plus grande que tous les *Echinocorys* rencontrés dans l'Emschérien. Leur forme élevée et régulièrement convexe sur la face supérieure, leur pourtour un peu caréné et leur base non rétrécie les rapprochent incontestablement des *Echinocorys* que l'on rencontre si fréquemment dans la craie de Reims à *Belemnitella quadrata* et que nous avions, sans certitude d'ailleurs, désignés sous le nom de var. *striata* [2].

1. *Mém. S. G. F.*, 2e sér., t. V, 2e partie, pl. XXIX, fig. 14.
2. Hist. terr. de craie, p. 75.

Résumé

Pour nous en tenir exclusivement aux fossiles que nous avons sous les yeux, nous devons établir ainsi qu'il suit la petite faune qui nous est connue de l'étage aturien des environs de Nice.

Pachydiscus Levyi de Grossouvre.
Aptychus leptophyllus Sharpe.
Inoceramus Cripsii Mantell.
Ostrea hippopodium Nills.
Micraster fastigatus Gauthier.
» *Gottschei* Stolley.
Echinocorys vulgaris Klein.
Porosphœra globosa Von Hag.
Et quelques Spongiaires indéterminés.

Toutes ces espèces sont propres à la craie à *Belemnitella quadrata* du nord de la France et me paraissent justifier le classement des couches qui les renferment à la base de l'étage aturien, c'est à-dire dans le sous-étage campanien inférieur.

A propos de la communication de M. Peron, M. **Toucas** fait connaître qu'en 1877, lors de la réunion extraordinaire de la Société dans les Alpes-Maritimes, il a recueilli lui-même dans la coupe de l'Escarène, au col de Braus, au-dessus des couches glauconieuses à *Ammonites mamillaris* Brug. du Gault, de nombreux fossiles cénomaniens, parmi lesquels, *Am. Mantelli* Sow., *Turrilites costatus* Lam., *Holaster subglobosus* Leske, *Discoïdea cylindrica* Ag. Le Turonien lui a paru être représenté par une couche marneuse renfermant un Inocérame de forme allongée, voisin de *Inoceramus labiatus*, et de grandes *Ostrea columba*. Les calcaires supérieurs, qui appartiennent à l'Emschérien, lui ont fourni un bel échantillon d'*Inoc. digitatus* et quelques *Micraster*. M. Potier a recueilli dans ces calcaires *Mortoniceras texanum*. Plus haut, dans des calcaires probablement aturiens, M. Toucas a rencontré de nombreux *Inoc. Cripsii* et d'autres *Micraster*, qui, dans sa note du 16 janvier 1882, avaient été désignés sous le nom de *M. coranguinum* et que M. Peron attribue au *M. fastigatus*.

Séance du 2 Décembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. l'abbé **Delépine,** Licencié ès-sciences, présenté par MM. de Lapparent et l'abbé Bourgeat ;

Gilbert Garde, Préparateur de géologie et de minéralogie à l'Université de Clermont-Ferrand, présenté par MM. Julien et Ph. Glangeaud ;

Robert Douvillé, présenté par MM. Marcel Bertrand et Munier-Chalmas ;

Michel-Lévy, Garde général des eaux et forêts, présenté par MM. de Lapparent et Munier-Chalmas.

Il annonce deux présentations.

Le Président présente *le diplôme de médaille d'or* décerné à la Société géologique de France, pour sa coopération à l'Exposition universelle de 1900.

Il communique à la Société, la lettre suivante que lui adresse M. **Ficheur** :

« J'ai le profond regret de vous annoncer la mort de M. **Pouyanne**, décédé le 23 novembre, à l'âge de 66 ans.

« M. Pouyanne, Inspecteur général des Mines en retraite, Directeur du Service de la Carte géologique de l'Algérie pendant près de 20 ans, laisse son nom associé à celui de Pomel dans l'histoire des progrès les plus considérables de la Géologie algérienne.

« Toute sa carrière, entièrement passée en Algérie depuis 1859, d'abord comme Ingénieur des Mines à Tlemcen, puis à Alger, où il devint Ingénieur en chef, puis Inspecteur général, l'avait profondément attaché à ce pays dont il avait fait sa patrie d'adoption. Son association à la direction de la Carte Géologique avec le regretté Pomel, avec lequel il fut toujours en parfaite communauté d'idées, fut des plus fécondes en heureux résultats.

« M. Pouyanne sut donner, en 1882, aux travaux de la Carte

Géologique une impulsion nouvelle, s'entourant de collaborateurs sur lesquels il conserva la plus grande influence par sa haute valeur, par ses conseils toujours empreints de la plus grande bienveillance, et par les précieux encouragements qu'il ne cessait de leur distribuer. Tous ceux qui l'ont approché ont conservé une impression inoubliable du charme de sa conversation, de son esprit finement critique en matière scientifique et de la variété de ses connaissances dans toutes les branches des sciences.

« M. Pouyanne a consacré la première partie de sa carrière à l'exploration détaillée de la subdivision de Tlemcen, dont il a donné la description, avec une Carte géologique à 1/400.000, dans un mémoire d'une rigoureuse précision, conçu avec une extrême réserve pour les questions non élucidées. En 1879, il fut chargé, par le Ministère des Travaux Publics, d'une mission d'études dans le Sud-Oranais et la région saharienne, relative aux tracés projetés du Transsaharien. M. Pouyanne en rapporta des documents nouveaux sur la géologie de la chaîne des Ksour et des indications précieuses sur la géographie du Sahara, qui furent publiés en 1886.

« Si M. Pouyanne a été trop réservé dans la publication des nombreuses observations géologiques qu'il avait recueillies tant dans ses explorations que dans les tournées de son important service, c'est qu'il n'avait d'autre pensée que d'en faire profiter les recherches ultérieures, distribuant à ses collaborateurs, avec le plus entier désintéressement, les précieuses indications dont il eut pu se faire un mérite personnel. Le concours empressé qu'il voulut bien apporter, facilita dans une large mesure l'organisation de la Réunion de la Société géologique en Algérie, en 1896, où il fut acclamé Président d'honneur.

« La Société Géologique de France ne peut oublier que c'est sous la direction de Pouyanne et Pomel que parurent successivement les trois éditions de la Carte Géologique générale de l'Algérie, témoignant dans chacune d'elles des progrès réalisés.

« M. Pouyanne laisse, par sa bonté et sa bienveillance inaltérables, aussi bien que par le mérite de sa haute valeur, un souvenir immuable dans la mémoire de tous ceux qui l'ont connu et apprécié ».

Le Président annonce que M. de Lapparent, ne pouvant assister à la séance, l'a chargé d'offrir à la Société, de la part de l'auteur, M. Ph. **Négris**, un ouvrage intitulé : *Plissements et dislocations de l'écorce terrestre en Grèce; leurs rapports avec les phénomènes glaciaires et les effondrements dans l'Océan Atlantique.*

M. **Nicklès** dépose sur le bureau, au nom de l'auteur, M. **Authelin**, des *Notes stratigraphiques sur l'est du Bassin de Paris* comprenant : 1° *Sur le Toarcien et la région comprise entre Sion (M.-et-M.) et Bourmont (Haute-Marne)* ; 2° *Note préliminaire sur la zone à* Harpoceras concavum *dans le nord de la Lorraine.* Il offre à la Société un tirage à part de sa note : *Contributions à l'étude des terrains secondaires au sud des Cévennes ; Trias et Jurassique de la Montagne Noire* (Ex. B. S. G. F., [3], XXVI, 1899).

M. **Léon Janet** fait une conférence de géologie appliquée *sur l'alimentation des villes en eau potable par la méthode des sources artificielles.*

M. **A. Guébhard** signale la trouvaille qu'il a faite de *deux lambeaux de Miocène lacustre sur la rive gauche de la Siagne*, au confin septentrional de la commune de Saint-Cézaire (A.-M.) avec celle de Saint-Vallier-de-Thiey.

L'un de ces lambeaux, situé à quelques mètres au-dessus de la borne du kilomètre 16 de la route de grande communication n° 5, de Saint-Cézaire à Saint-Vallier, au nord de la bastide de Mauvans, se présente sous la forme de blocs ensablés d'un calcaire marneux compact où des sections de Limnées et de Planorbes se distinguent, à la cassure, au milieu des marbrures irrégulièrement réticulées d'un lacis brunâtre sur fond plus clair. A la surface, la lente corrosion des eaux a fait saillir en une sorte de cloisonnement spongieux les parties brunes et détaché quelques Planorbes de moyenne taille, cf. *Mantelli* Dunker ou *præcorneus* Fisch. et Tourn., qui ne sont pas suffisants pour une détermination précise.

Mais suivons vers l'ouest le synclinal de poudingue supérieur en bordure duquel le calcaire précité se montre écrasé par pli-faille contre le Bathonien inférieur, jusque en vue de la Siagne, un peu avant la petite gorge par laquelle le synclinal, insensiblement élevé de 660 à 770 m., va se précipiter à 330 m. pour passer à la localité célèbre de Casteou d'Infer : nous pourrons voir, à une centaine de mètres à l'ouest de la bastide de Camplong (*les champs longs*, à cause de l'étroitesse de la bande synclinale cultivée), des bancs d'un calcaire marneux qui, par places, se débite assez facilement au marteau en laissant échapper des fossiles reconnaissables. L'*Helix sylvana* Klein s'est montrée à M. Depéret parfaitement typique, en compagnie d'une autre de plus petite espèce, et du *Planorbis Mantelli* Dunker non douteux, ce qui suffit

à caractériser un horizon nettement intermédiaire entre le Tortonien et le Pontien et à justifier une fois de plus l'identification à laquelle j'ai été amené déjà par deux autres voies [1] du Poudingue de Saint-Vallier-de-Thiey avec celui de la Durance.

D'autre part, et quoique, sous une autre forme, l'existence de lignites d'eau douce à Saint-Vallier-de-Thiey et l'observation récente que j'ai faite, à Casteou d'Infer même, d'un banc de calcaire saumâtre en dessous des célèbres marnes à *Cerithium diaboli*, eussent pu faire prévoir ces faits nouveaux, il est intéressant de noter cette prolongation, vers l'est, des dépôts d'eau douce que la feuille de Castellane arrêtait beaucoup plus à l'ouest et qui, après avoir été déjà notés à l'état oligocène ou éocène en bordure du bassin de La Roque-Esclapon, viennent à présent, sur la feuille de Nice, à l'ouest de la limite du Nummulitique marin [2], donner un pendant aux dépôts connus de la ceinture orientale (calcaires siliceux et marnes vertes de la descente sur la Cagne de l'ancien chemin de Vence à Saint-Jeannet), ainsi qu'à un curieux lambeau de calcaire à Cérithes que j'ai eu l'occasion de trouver au sud de La Colle-sur-Loup, au lieu dit La Tour, avec fossiles saumâtres, encore à déterminer.

M. **A. Guébhard** mentionne l'existence qu'il a notée, dans le nord-est du département du Var, d'un *horizon supérieur du Crétacé*, caractérisé par le mélange de restes de Crustacés à d'innombrables moulages parfois très bien conservés d'un Gastropode qui reste à déterminer. Remarqué pour la première fois au haut de la descente de la Colle des Bouis sur le village de Bargême (Var), grâce à cette particularité locale que les restes assez abondants de *Callianassa* s'y présentent avec une couleur rouge très vive, surtout sous la pluie, cet horizon s'étend certainement bien au-delà, avec son faciès gréseux en plaquettes jaune foncé ou vert clair.

L'étude des fossiles qu'a l'obligeance de faire en ce moment, à Marseille, M. Repelin, permettra sans doute de préciser l'âge de ce curieux dépôt, presque certainement postérieur au Cénomanien.

M. **A. Guébhard** ayant observé au sud-est de Saint-Jeannet (A.-M.) un *faciès inférieur du Miocène*, souvent bréchoïde ou en

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 326 et 914 (1900).

2. Sur la prolongation même du synclinal de Casteou d'Infer-Camplong-Mauvans, en cherchant d'autres traces de calcaires lacustres, j'ai trouvé, au sud de Saint-Vallier, au lieu dit le Jas-Neuf, un lambeau priabonien de grès tendre riche en Echinides, en bordure du petit contour de m^4 qui figure sur ma carte du S.-O. des Alpes-Maritimes, au-dessus de l'inscription le *Pré de Merle*.

poudingue aggloméré, mais parfois aussi argilo-sableux, qui semblait devoir être séparé de l'étage bien caractérisé de la mollasse burdigalienne, en a soumis les fossiles à M. Depéret, qui y a reconnu *Pecten Tournali* M. de Serres, *Terebratula* cf. *persinuosa* d'Algérie, *Ostrea* cf. *squamosa* ou *Velaini*.

C'est donc encore du Burdigalien inférieur, et il n'y avait pas lieu à désignation spéciale sur la carte où cela n'aurait dessiné, d'ailleurs, qu'une simple bande de bordure, au lieu dit *la Prée*, au sud du grand tunnel de Saint-Jeannet.

A propos de l'identité des niveaux à Rudistes, dans les falaises nord et sud du Danube à Cernavoda (Dobrogea), M. V. **Paquier** fait remarquer que les moules de Rudistes examinés par lui provenaient tous de la falaise méridionale, à trois exemplaires près, recueillis dans la berge nord et qui se trouvent rapportés dans la liste à *Diceras* sp., et à *Monopleura* sp., forme enroulée. Dans ces conditions, bien que les coupes publiées par M. Anastasiu [1] paraissent établir clairement la continuité de la couche à Rudistes de part et d'autre du Danube et que l'aspect des fossiles des deux provenances soit rigoureusement le même, la coexistence de *Diceras* avec *Monopleura* dans les calcaires de la rive nord et celle d'*Heterodiceras* avec *Valletia*, *Monopleura* et *Matheronia* dans le niveau de la rive sud, association de formes jurassiques et crétacées dans les deux gisements, n'en persiste pas moins.

Au sujet de la communication de MM. Sayn et Roman (*Composition du Barrémien sur la rive droite du Rhône, dans la région de Viviers*), M. **Paquier** fait observer que la succession des assises de l'escarpement que surmonte Saint-Thomé, ne permet pas d'observer l'extrême base du Barrémien qui se trouve marquée par le banc glauconieux à *Pulchellia*, *Holcodiscus*, que M. Sayn a précisément fait connaître le premier, à Cobonne.

Ce niveau, bien développé sur la route de Saint-Thomé à Valvignières (Ardèche), se retrouve d'ailleurs avec tous ses caractères dans l'affleurement néocomien de la rive gauche du Rhône entre Loriol, Marsanne et Condillac (Drôme).

1. *Contribution à l'étude géologique de la Dobrogea (Roumanie). Terrains secondaires*, p. 102. Paris, 1898.

LES PYCNODONTES
DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR DU BOULONNAIS

par M. H.-E. SAUVAGE.

(Planche XII).

Depuis que nous avons fait connaître en 1867 [1] et en 1880 [2] les Pycnodontes trouvés dans le Jurassique supérieur du Boulonnais, l'état de nos connaissances sur ces Poissons s'est augmenté. M. Beaugrand a donné au Musée de Boulogne sa belle collection locale; M. G. Lennier a bien voulu nous communiquer les Poissons faisant partie de la collection Bouchard-Chantereaux conservée au Musée d'histoire naturelle du Havre dont il a la direction. C'est l'étude de ces nouveaux matériaux qui fait l'objet de la présente notice.

1. Gyrodus Cuvieri Agassiz

(Pl. XII, fig. 1, 2, 3).

1833-44. *Gyrodus Cuvieri* Agassiz. *Poissons fossiles*, t. II, 2e partie, p. 230, pl. IXIX*a*, fig. 21-23.
1867. *Gyrodus Cuvieri* H.-E. Sauvage. Cat. Poiss. form. second. Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer*, t. II, p. 43, pl. II, fig. 13.
1895. *Gyrodus Cuvieri* Smith Woodward. *Cat. foss. fishe British Museum*, t. III, p. 240.
1867. *Pycnodus Larteti* H.-E. Sauvage. *Loc. cit*, p. 33, pl. II, fig. 1.
1901. *Gyrodus Larteti* Leriche. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXX, p. 163, pl. V, fig. 17.

Cette espèce, du Kimméridgien supérieur du Dorsetshire, du Willshire, du Cambridshire, a été trouvée au même niveau à Fumel (Lot-et-Garonne) et dans le Boulonnais.

Agassiz signale que les plus beaux exemplaires se trouvent à Boulogne, dans la collection Bouchard-Chantereaux.

1. Catalogue des Poissons des formations secondaires du Boulonnais. *Mém. Soc. Académique de Boulogne-sur-Mer*, t. II.
2. Synopsis des Poissons et des Reptiles des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer. *B. S. G. F.*, [3], VIII, p. 524.

Le Musée du Havre possède, en effet, deux spléniaux en connexion provenant de cette collection.

Les dents de la série principale, au nombre de 11, sont un peu plus larges que longues et décroissent régulièrement de grandeur. Dents de la série interne arrondies, de même grandeur que les dents de la rangée interne de la série externe ; dents externes de cette série grandes, bien plus larges que longues, de forme ovalaire, diminuant régulièrement de grandeur. Ornementation des dents s'effaçant par l'usure. Dents de la série principale portant un gros mamelon très rugueux, avec un enfoncement et un tubercule à la partie centrale, entouré de fortes rugosités. Dents de la série interne avec un petit mamelon au centre d'une dépression et de fortes rugosités. Même ornementation aux dents internes de la série externe. Dents externes de cette dernière série renflées avec une partie déprimée au centre, très rugueuses au bord antérieur.

Le Musée de Boulogne (collection Dutertre-Delporte) possède deux vomers provenant du poudingue de Chatillon (Portlandien inférieur, zone à *Perisphinctes Bleicheri* de Loriol).

Longueur du vomer, 80 mill., largeur à la partie postérieure, 37. Dents de la rangée médiane contiguës, arrondies, diminuant régulièrement de grandeur, granuleuses, sur un plan peu élevé au-dessus des dents externes ; largeur de la rangée principale sensiblement égale à la largeur des deux rangées latérales. Dents externes grandes, de forme triangulaire, relevées en un sommet très granuleux. Dents de la rangée intermédiaire plus petites, arrondies, avec une dépression centrale portant un bourrelet granuleux ; une couronne de gros tubercules à la base de la dent. Ornementation des dents s'effaçant rapidement par l'usure.

Nous avons désigné en 1867, sous le nom de *Pycnodus Larteti*, n. sp., un splénial de petite taille provenant du Portlandien inférieur des falaises de Boulogne, splénial qui a été rapporté au genre *Gyrodus* par A. Smith Woodward, en 1895 ; c'est au *Gyrodus Larteti* que Leriche, en 1901, a rapporté un splénial provenant du même niveau que le type de l'espèce.

Des spléniaux récemment recueillis dans le Kimmeridgien, zone à *Pholadomya hortulana* et dans le Portlandien inférieur, zone à *Stephanoceras portlandicum* du Boulonnais, montrent que *G. Larteti* est le jeune âge de *G. Cuvieri*, l'exemplaire figuré par Leriche en étant l'âge moyen. Ces spléniaux présentent quelques différences avec le type de l'espèce, mais, ainsi que le note Smith Woodward, la forme, le degré d'usure et l'ornementation des dents principales varient beaucoup chez *Gyrodus Cuvieri*.

2. Gyrodus umbilicus Agassiz

(Pl. XII, fig. 4, 5).

1833-44. *Gyrodus umbilicus* Agassiz. *Loc. cit.*, p. 227, pl. IXIX*a*, fig. 27-28.
1867. » » H.-E. Sauvage. *Loc. cit.*, p. 41, pl. II, fig. 12.
1895. » » Smith Woodward. *Loc. cit.*, p. 239.

Vomer grand, 85 mill. Dents de la rangée principale arrondies, contiguës, sur un plan plus élevé que les dents des rangées latérales, aussi larges que ces deux rangées, relevées en un faible bourrelet portant une dépression centrale, un peu excavée en arrière de ce bourrelet. Dents de la rangée intermédiaire un peu plus petites que celles de la rangée externe, irrégulièrement allongées d'arrière en avant, relevées à leur partie centrale, qui porte une dépression. Dents de la rangée externe tronquées au bord externe, relevées en cône comme chez *G. Cuvieri*, dont *G. umbilicus* diffère par l'ornementation des dents.

Ainsi que l'indique Smith Woodward, il est probable que l'on doit réunir *G. umbilicus* à *G. jurassicus*. En tout cas le vomer que possède le Musée de Boulogne et qui provient de la partie supérieure du Kimméridgien, ne peut être séparé de *G. umbilicus* Agassiz.

3. Gyrodus Dutertrei Sauvage

1867. *Pycnodus Dutertrei* H.-E. Sauvage. *Loc. cit.*, p. 38, pl. II, fig. 8.
?1869. *Gyrodus coccoderma* Egerton. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXV, p. 363.
?1895. » » Smith Woodward. *Loc. cit.*, p. 243.

Vomer long de 55 mill. Dents de la rangée principale arrondies, contiguës, sur un plan plus élevé que les dents des rangées latérales, sensiblement aussi larges que ces deux rangées. Dents de la rangée intermédiaire aussi grandes que celles de la rangée externe, arrondies, portant une dépression centrale entourée d'un faible bourrelet. Dents de la rangée externe obtusément coniques.

Portlandien inférieur (Portlandien français). — Kimméridgien supérieur, zone à *Reineikia pseudomutabilis* de Loriol, et *Aspidoceras longispinum* Sow.

Espèce voisine de *G. Cuvieri* et *G. umbilicus* ; en diffère par les dents beaucoup plus lisses.

Smith Woodward met, avec doute, en synonymie *G. subconti-*

guidens Sauvage, et *G. coccoderma* Egerton, cette dernière espèce du Kimméridgien du Dorsetshire et du Cambridgeshire ; c'est avec *G. Dutertrei* qu'il faut comparer l'espèce d'Angleterre ; nous ne trouvons que de faibles différences entre les deux espèces.

Nous avons, en 1867, figuré comme pharyngien de *Pycnodus Dutertrei* une pièce dentaire que Smith Woodward (*Op. cit.*, p. 102) considère comme les spléniaux d'un *Lepidotus*, sans doute *L. affinis* Fricke, du Corallien supérieur et du Kimméridgien du Hanovre ; nous nous rangeons à cette manière de voir ; nous pensons toutefois que ce n'est pas à l'espèce du Hanovre, mais à une espèce non encore déterminée, que doit être rapportée la pièce trouvée à Boulogne.

4. Gyrodus subcontiguidens Sauvage

1867. *Pycnodus subcontiguidens* H.-E. Sauvage. *Loc. cit.*, p. 36, pl. II, fig. 10, 11.

Vomer long de 45 mill. Dents de la partie principale arrondies à la partie postérieure du vomer, un peu allongées dans la partie antérieure, sur un plan beaucoup plus élevé que les dents des rangées latérales, aussi grandes que ces deux rangées. Dents de la rangée intermédiaire un peu séparées, de même grandeur que celles de la rangée externe, arrondies ou longitudinalement allongées. Dents de la rangée externe obtusément coniques, peu relevées. Toutes les dents lisses.

Kimméridgien supérieur.

Espèce très voisine de *G. Dutertrei* ; en diffère toutefois par les dents de la rangée principale moins régulièrement arrondies, situées sur un plan plus élevé, les dents intermédiaires un peu allongées.

6. Mesodon affinis Nicolet

(Pl. XII, fig. 6).

1860. *Pycnodus affinis* Nicolet *in* Pictet. *Rept. et Poiss. Jura neuchâtelois*, p. 50, pl. XII, XXI *bis*, XIX, fig. 1.

1895. *Mesodon affinis* Smith Woodward. *Cat. foss. fishe British Mus.*, t. II, p. 211.

Cette espèce, du Kimméridgien supérieur de Suisse, a été trouvée au même niveau à Fumel (Lot-et-Garonne) et à Boulogne.

Un splénial provenant de cette dernière localité et conservé dans la collection Bouchard-Chantereaux au Musée du Havre,

indique une espèce de grande taille. Les dents de la série principale sont un peu plus de deux fois aussi larges que longues, arrondies aux extrémités, non contiguës, de forme ovalaire. Dents de la série interne petites, irrégulièrement arrondies. Dents de la série externe disposées irrégulièrement suivant quatre rangées ; deux dents hors série près de la rangée principale. Les dents bien conservées de la série externe ont l'ornementation des dents de *Gyrodus* : un bourrelet central dans une dépression d'où rayonnent de fortes rugosités ; l'ornementation disparaît rapidement par l'usure.

Dans la restauration de *Pycnodus (Mesodon) affinis*, Pictet figure trois rangées de dents à la série interne ; ces rangées sont, au plus, du même nombre de dents.

L'exemplaire que nous figurons fait partie de la collection Bouchard-Chantereaux au Musée du Havre.

7. Mesodon Lennieri n. sp.

(Pl. XII, fig. 9).

Espèce établie sur un fragment de splénial de 55 mill. de large à la partie postérieure.

A la série principale les trois dents postérieures sont allongées transversalement, près de trois fois aussi larges que longues, à extrémité externe arrondie, à extrémité interne moins large, recourbée en avant comme chez *Anomædus subclavatus* Agassiz, du Crétacique supérieur; les dents plus antérieures sont beaucoup plus petites, irrégulièrement arrondies. Série interne avec une seule rangée de dents petites, arrondies. Dents de la série externe petites, irrégulières, disposées probablement suivant trois rangées.

Diffère de tous les autres *Mesodon* du Jurassique supérieur par la forme des dents de la partie postérieure de la série principale (collection Bouchard-Chantereaux au Musée du Havre).

8. Mesodon Bouchardi n. sp.

(Pl. XII, fig. 7, 8).

Espèce établie sur un fragment de splénial de 53 mill. de large à la partie postérieure.

Dents de la partie principale de grandeur très inégale ; la dent postérieure est ovalaire, deux fois aussi large que longue ; les suivantes diminuent brusquement de grandeur. Espace séparant les dents de la série principale de la symphyse large, avec deux rangées de dents petites, irrégulières, irrégulièrement disposées.

Série externe composée d'au moins trois rangées de dents petites, irrégulières, irrégulièrement disposées.

Voisin de *Mesodon granulatus* Münster, du Corallien et du Kimméridgien du Hanovre, du Wurtemberg et du sud de l'Angleterre, en diffère par la largeur de l'espace symphysaire, les dents de la série principale décroissant beaucoup plus rapidement.

Nous rapportons à *Mesodon Bouchardi* un vomer de 70 mill. de long sur 42 de large à la partie postérieure, bombé comme celui des *Cœlodus*, sans doute par suite d'usure. Dents de la rangée principale largement espacées, ovalaires, la dent postérieure une fois et demie aussi large que longue ; dents antérieures arrondies. Dents de la rangée interne de la série externe grandes, irrégulièrement arrondies, plus grandes que les dents de la série plus externe ; une rangée de dents plus petites et irrégulières sur le côté externe du vomer ; quelques petites dents hors série entre la première et la seconde rangée de dents.

Nous avons désigné en 1879 [1], sous le nom d'*Uranoplosus Cotteaui*, n. sp., un vomer trouvé dans le Corallien supérieur du département de l'Yonne. Ce vomer diffère de celui des *Mesodon* types par une rangée supplémentaire et externe de dents latérales, les dents étant ainsi disposées sur 7 rangées, au lieu de 5 ; de plus, on voit des dents intercalaires.

Cope [2] a accepté le genre *Uranoplosus* et y a rapporté deux espèces du Crétacique inférieur d'Oklahoma (Etats-Unis) : *U. arctatus* Cope ; *U. flectidens* Cope.

Le *Mesodon Bouchardi*, par la rangée externe et supplémentaire de dents au vomer, rentre dans le genre *Uranoplosus* ; Smith Woodward [3] indiquant que dans le genre *Mesodon* les rangées latérales de dents au vomer peuvent être irrégulières, d'un autre côté le splénial d'*Uranoplosus (U. Bouchardi)* ne pouvant être séparé de celui des *Mesodon*, nous considérons provisoirement *Uranoplosus* comme un sous-genre de *Mesodon*.

9. Mesodon sp.

(Pl. XII, fig. 12).

Vomer de forme triangulaire. Dents de la rangée principale espacées, irrégulièrement ovalaires, plus grandes que les deux

1. Etude sur les Poissons et les Reptiles des terrains crétacés et jurassiques supérieurs de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 3e sér., t. I.
2. *Journ. Acad. nat. Sc. Philad.*, t. IX, 1894.
3. *Cat. fossil fishes British Museum*, t. III, p. 199, 1895.

rangées latérales. Dents de ces rangées irrégulières, sensiblement de même grandeur.

Grès de Questrecque, Astartien, zone à *Pygurus jurensis* Roëm.

10. Mesodon aff. granulatus Münster

1880. *Mesodon lævior* H.-E. Sauvage. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 529, pl. XIX, fig. 4, 4*a* (*non* Fricke).

Le fragment de vomer que nous avons figuré sous le nom de *M. lævior* Fricke, ne doit pas, suivant Smith Woodward (loc. cit., p. 207), être rapporté à l'espèce du Kimméridgien de Hanovre ; par l'écartement des dents de la rangée principale, ce vomer paraît devoir plutôt être comparé à *Mesodon granulatus* Münster.

Dents de la rangée principale séparées, ovalaires, une fois et demie aussi larges que longues ; dents de la rangée intermédiaire irrégulièrement arrondies, un peu plus grandes que celles de la rangée externe.

Kimméridgien supérieur.

11. Mesodon Rigauxi n. sp.

1880. *Mesodon granulatus* H.-E. Sauvage. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 528, pl. XIX, fig. 3 (*non* Münster *nec* Fricke).

Nous avons rapporté à *M. granulatus* Münster, du Corallien et du Kimméridgien du Hanovre, du Wurtemberg et du Kimméridgien de Weymouth, un splénial provenant du Kimméridgien supérieur de Boulogne. Nous pensons que ce splénial indique une espèce distincte, caractérisée par quatre rangées de dents à la série externe.

Dents de la rangée principale ovalaires, deux fois aussi larges que longues, contiguës, aussi larges que la série externe, décroissant régulièrement de grandeur. Dents de la série interne petites, sur une rangée. Dents de la série externe sur quatre rangées, arrondies, sensiblement de même grandeur, à part la seconde rangée où les dents sont plus petites. Toutes les dents lisses.

Espèce représentée au Musée de Boulogne, par trois spléniaux provenant du Kimméridgien supérieur. Deux spléniaux du Portlandien moyen et du Portlandien supérieur.

12. Mesodon morinicus Sauvage

(Pl. XII, fig. 10).

1880. *Mesodon morinicus* H.-E. Sauvage. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 528, pl. XIX, fig. 2.

Nous avons désigné sous ce nom une portion de splénial paraissant provenir des couches inférieures du Portlandien de nos falaises et faisant partie de la collection de l'Ecole des Mines. Les caractères de l'exemplaire type sont :

Dents antérieures de la rangée principale arrondies, dents postérieures ovalaires, un peu plus larges que longues. Petites dents à la série interne. Dents de la série externe de forme irrégulière, les dents de la rangée interne étant les plus grandes. Les dents bien conservées sont granuleuses, des plis irréguliers rayonnant du centre, qui est déprimé avec un bourrelet granuleux.

Le Musée du Havre (collection Bouchard-Chantereaux) possède deux spléniaux que l'on doit rapporter à *M. morinicus*. Les dents de la série interne sont disposées suivant deux ou trois rangées ; la série externe se compose de cinq ou six rangées de dents irrégulièrement distribuées.

Deux fragments de spléniaux conservés au Musée de Boulogne proviennent de la partie inférieure du Portlandien français.

13. Mesodon simulans n. sp.

(Pl. XII, fig. 11).

Splénial de forme triangulaire. Dents de la rangée principale un peu séparées, une fois et demie aussi larges que longues, avec l'extrémité interne un peu moins large. Dents de la rangée interne petites. Trois rangées de dents à la série externe, les dents de la rangée interne étant les plus grandes ; les dents des deux autres rangées sensiblement de même grandeur, espacées, irrégulières.

Portlandien inférieur.

A part trois rangées de dents au lieu de deux à la série externe, cette espèce ressemble à *Pycnodus (Microdon) vicinus* Cornuel, de l'*Oolithe vacuolaire* de la Haute-Marne.

14. Athrodon Douvillei Sauvage

Portlandien inférieur.

15. Athrodon boloniensis Sauvage

Kimméridgien inférieur, zone à *Pholadomya hortulana*.

16. Cœlodus suprajurensis sp.

(Pl. XII, fig. 13).

Vomer de petite taille. Dents de la rangée principale espacées, ovalaires, arrondies aux extrémités, aussi larges que les deux autres rangées. Dents des deux rangées latérales sensiblement de même grandeur, irrégulières. Toutes les dents lisses.

Diffère de *C. Mantelli* Ag., par la forme des dents de la rangée principale. Voisin de la forme désignée par J. Cornuel sous le nom de ? *Pycnodus Mantelli* Ag.

Deux vomers au Musée de Boulogne, Portlandien-Purbeckien de la carrière du Mont Rouge, près Wimille.

17. Cœlodus sp.

(Pl. XII, fig. 14).

On doit, peut-être, regarder comme une anomalie de *Cœlodus suprajurensis* un vomer provenant des mêmes couches. Les dents sont disposées irrégulièrement, irrégulières, de grandeur inégale, celles de la rangée principale étant, les unes ovalaires, les autres arrondies.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII

Fig. 1. — *Gyrodus Cuvieri* Agassiz. Spleniaux. Musée du Havre (collection Bouchard-Chantereaux). Kimméridgien supérieur.

Fig. 2. — Même espèce. Vomer. Musée de Boulogne. Kimméridgien supérieur.

Fig. 3. — Même espèce (*Gyrodus Larteti* Sauvage). Splénial. Musée de Boulogne. Kimméridgien. Zone à *Pholadomya hortulana*.

Fig. 4. — *Gyrodus umbilicus* Agassiz. Vomer. Musée de Boulogne. Portlandien inférieur.

Fig. 5. — Même espèce. Vomer. Musée de Boulogne. Portlandien supérieur.

Fig. 6. — *Mesodon affinis* Nicolet. Splénial. Musée du Havre.

Fig. 7. — *Mesodon Bouchardi* n. sp. Splénial. Musée du Havre.

Fig. 8. — Même espèce. Vomer. Musée du Havre.

Fig. 9. — *Mesodon Lennieri* n. sp. Splénial. Musée du Havre.

Fig. 10. — *Mesodon morinicus* Sauvage. Splénial. Musée du Havre.

Fig. 11. — *Mesodon simulans* n. sp. Splénial. Musée de Boulogne. Portlandien inférieur.

Fig. 12. — *Mesodon* sp. Vomer. Musée de Boulogne. Astartien. Zone à *Pygurus jurensis*.

Fig. 13. — *Cœlodus suprajurensis* n. sp. Vomer. Musée de Boulogne. Portlandien-Purbeckien.

Fig. 14. — *Cœlodus* sp. Même collection, même niveau.

Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

REVISION

DES

ESPÈCES EUROPÉENNES DE *MACHAIRODUS*

par M. **Marcellin BOULE**

La nomenclature et la synonymie des espèces européennes de *Machairodus* sont fort embrouillées. J'avais pu m'en rendre compte, il y a une dizaine d'années, en étudiant des débris de ce genre provenant des terrains pliocènes du Velay. Tout récemment j'ai reçu une canine de *Machairodus* de la région pyrénéenne et, quand j'ai voulu la déterminer, j'ai éprouvé quelques difficultés à me reconnaître au milieu des travaux contradictoires qu'on a publiés sur les espèces de *Machairodus* du Miocène supérieur, du Pliocène et du Quaternaire.

Je ne veux pas refaire l'histoire du genre *Machairodus* que divers paléontologistes ont parfaitement écrite [1]. Je me propose simplement d'exposer, d'une façon aussi brève et aussi claire que possible, les caractères des diverses espèces de *Machairodus* des terrains tertiaires et quaternaires d'Europe, en attribuant à chacune de ces espèces le nom qu'elle doit porter d'après les règles établies pour la nomenclature.

J'aurai à m'occuper surtout de la canine supérieure, d'abord parce que cette dent, étant très spécialisée dans le genre *Machairodus*, doit *a priori* fournir de bons caractères pour la spécification, ensuite et surtout parce que c'est la seule partie que nous connaissions chez presque toutes les espèces décrites ou signalées jusqu'à ce jour.

Nous avons l'avantage d'avoir, dans les collections du Muséum, soit en nature, soit en moulages, la plupart des documents qui ont servi à établir ces espèces. Beaucoup d'auteurs ont fait des confusions parce qu'ils n'avaient pas de tels matériaux à leur disposition, ou bien parce qu'ils se sont contentés de reproduire les indications erronées fournies par leurs prédécesseurs.

Je dois dire toutefois que la liste des espèces donnée par Zittel

1. Voir notamment : Albert Gaudry, Animaux fossiles et géologie de l'Attique, p. 106. — Fabrini, *Machairodus* del Valdarno superiore. *Boll. del R. Comitato geologico d'Italia*, XXI, p. 122.

dans son Traité de Paléontologie (IV, p. 679) est très correcte ; le travail que je publie arrive aux mêmes conclusions. Je crois cependant qu'il sera de quelque utilité, d'abord parce qu'il expose les raisons sur lesquelles s'appuie cette terminologie, ce que n'a pu faire Zittel dans son Traité, ensuite parce qu'on y trouvera groupées les reproductions de beaucoup de documents épars dans diverses publications et dont le rapprochement éclaire les questions de nomenclature ; enfin, il permettra au lecteur de déterminer facilement les dents de *Machairodus* des gisements européens.

La principale confusion résulte de ce qu'on donne le nom de *Machairodus cultridens*, correspondant à l'espèce la plus anciennement connue et dénommée, à des formes bien différentes les unes des autres. Il faut d'abord établir ce qu'est le *Machairodus cultridens*.

MACHAIRODUS CULTRIDENS, Cuvier.

On sait que le mot *cultridens* a été imaginé par Cuvier pour désigner un animal qu'il croyait appartenir au genre *Ursus*, mais qui avait des canines aplaties, en forme de lame de poignard [1].

Cuvier n'a eu à sa disposition et même n'a connu que trois documents : 1° un morceau de canine ; 2° le moulage d'une canine complète du Val d'Arno ; 3° un dessin de canine provenant du Cabinet de Darmstadt. Voici comment il s'exprime : [2]

« Les Ours des couches meubles du Val d'Arno diffèrent, comme je l'ai dit, de ceux des cavernes d'Allemagne par les trois petites molaires qu'ils ont distinctes ; mais on vient de leur trouver un caractère encore plus marqué dans leurs canines comprimées au point qu'un de leurs diamètres ne fait pas le tiers de l'autre. En outre, le bord concave de ces canines est tranchant. Notre Muséum possède une portion d'une de ces dents et le modèle peint d'une entière qui est au cabinet de Florence. Il doit l'une et l'autre à la générosité du feu grand-duc.

1. Ceci se passait en 1824. C'est seulement quatre ans plus tard, en 1828, que Bravard rapporta cette forme de canines à un animal voisin des *Felis* et ce n'est qu'en 1832 que Kaup créa le genre *Machairodus*. Cette histoire du genre n'a rien à voir dans la question qui nous occupe en ce moment. J'ajouterai cependant qu'au point de vue historique, le terme *Meganthereon*, créé en 1828 comme nom de genre par Croizet et Jobert, devrait être préféré à celui de *Machairodus* ; mais ce dernier est maintenant employé par tout le monde : il serait puéril de vouloir encore changer.

2. CUVIER, Ossements fossiles, 2e édition, partie II du vol. V, p. 516 ; ou bien 4e édition, t. VII, p. 309.

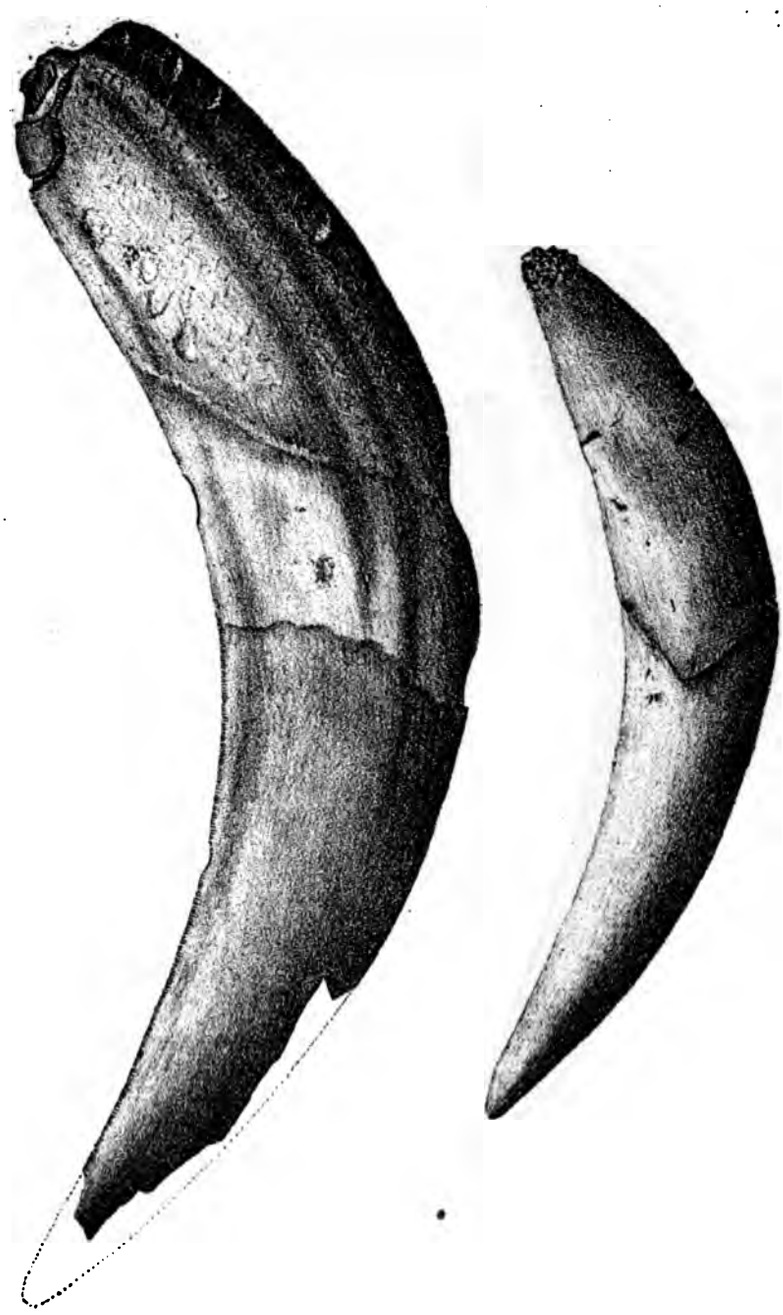


Fig. 1 et 2. — Canines supérieures des deux espèces de *Machairodus* de Perrier, en grandeur naturelle. Fac-similé des figures de l'ouvrage de Devèze de Chabrol et Bouillet.

« Je trouve parmi les dessins fossiles du cabinet de Darmstadt qui m'ont été envoyés par M. Schleyermacher, celui d'une canine comprimée qui me paraît ressembler de tous points à celles de Toscane ; c'est ce qui me détermine à changer le nom d'*etruscus* que j'avais donné à cet Ours, en celui de *cultridens*. »

Fig. 3 et 4. — Photographies des pièces étudiées par Cuvier ; gr. nat. A, moulage d'une canine entière du Val d'Arno ; B, fragment d'une canine du Val d'Arno. Coll. de Paléontologie du Muséum.

Ainsi Cuvier a réuni, sous un même nom spécifique, deux animaux d'âges et de gisements très différents : celui auquel ont appartenu les canines aplaties du Pliocène du Val d'Arno et celui auquel a appartenu la canine aplatie dont il avait vu un dessin et qui provenait du Miocène supérieur d'Eppelsheim. Mais il est clair que son jugement a été porté sur les pièces du Val d'Arno et non sur le dessin du cabinet de Darmstadt, celui-ci ne lui ayant servi que pour faire une assimilation d'ailleurs erronée.

La question serait donc très simple s'il n'y avait qu'une espèce de *Machairodus* au Val d'Arno. Mais, en Italie comme en Auvergne, les terrains pliocènes renferment deux sortes bien différentes de canines supérieures de *Machairodus* et ces deux formes ont été connues à peu près simultanément, puisqu'elles

figurent côte à côte sur la même planche, dans le mémoire de Devèze de Chabrol et Bouillet [1], le premier à ma connaissance où des dents de *Machairodus* aient été représentées (fig. 1 et 2). Dans l'ouvrage de Croizet et Jobert [2], publié un an plus tard, nous voyons les deux types dessinés, l'un sous le nom de *Cultridens Issiodorensis*, l'autre sous celui de *Cultridens Etueriarum*. Enfin Bravard [3] a également fait connaître les deux formes.

Il est très facile de distinguer ces deux sortes de canines. Elles sont de grandeur inégale. La petite est en même temps plus fine, plus étroite, on pourrait dire plus élégante; elle est dépourvue de crénelures sur ses bords tranchants (fig. 2 à 5); la seconde, plus grande, est relativement plus large; ses bords tranchants sont finements crénelés, comme les dents de Mosasaures (fig. 1 et 10). Il s'agit de savoir à quelle sorte de dents appartiennent celles que Cuvier a pu étudier.

J'ai retrouvé facilement, dans les collections du Muséum, les pièces auxquelles l'illustre savant fait allusion (Nos 618-620 du catalogue A. C.). J'en donne ici des figures (3 et 4) qui permettront de lever tous les doutes sur ce qu'on doit appeler *Machairodus cultridens*, si l'on veut, à l'exemple de tous les paléontologistes ayant écrit sur cette question, conserver la dénomination de Cuvier. Celle-ci doit s'appliquer aux canines de dimensions plus petites, plus étroites, aux bords tranchants dépourvus de crénelures. On remarquera que Cuvier n'a pas parlé de ces crénelures, ce qui suffirait à prouver, même dans le cas où nous ne les connaîtrions pas, que les pièces examinées par lui en étaient dépourvues.

C'est malheureusement ce que n'a pas compris Bravard [4]. Ayant découvert à Perrier une belle portion de tête d'un *Felis* muni de canines cultriformes du premier type, il a pu démontrer : 1° que ces canines n'étaient pas des canines d'Ours, comme l'avait cru Cuvier et comme l'avaient admis Croizet et Jobert; 2° que la mâchoire supérieure, qu'il venait de découvrir, appartenait à l'animal que Croizet et Jobert, décrivant sa mâchoire inférieure, avaient appelé *Felis meganthereon* ou plus simplement *Megan-*

1. Devèze de Chabrol et Bouillet, Essai géologique sur les environs d'Issoire, in-f°, 1827, p. 96 et pl. XXVI, fig. 1 à 5.

2. Croizet et Jobert, Recherches sur les ossements fossiles du Puy-de-Dôme, 8e livr., pl. I des Ours, fig. 1 et 6 et pl. VII, fig. 4-6. Explication des planches sur la couverture en papier jaune de la 8e livraison.

3. Bravard, Monographie de la montagne de Perrier, 1828, pl. III, fig. 5-6 et 10-11.

4. *Loc. cit.*, p. 141 et suiv.

thereon. Mais, comme Bravard connaissait aussi les dents crénelées et plus grandes, il appela celles-ci *Felis cultridens*.

Fig. 5. — Canine supérieure de *Machairodus cultridens* ; gr. nat. Coll. Croizet, galerie de Paléontologie du Muséum.

A partir de ce moment, la confusion créée par Bravard se retrouve dans les travaux de la plupart des paléontologistes : Kaup, Blainville, Suess, MM. Albert Gaudry, Lydekker, etc.

Pictet [1] et Gervais [2] ont employé le nom de *cultridens* pour désigner à la fois la grande et la petite forme de Perrier, qu'ils ont considérées comme deux simples races d'une même espèce.

Il est aujourd'hui impossible de partager cette dernière opinion. Les deux formes de *Machairodus*, distinguées, dès l'origine, par les paléontologistes auvergnats, doivent être désignées par deux noms différents. D'après l'exposé qui précède, il est clair que le nom spécifique de *cultridens* doit être réservé au *Machairodus* pliocène du Val d'Arno ou de l'Auvergne, dont la taille était à peu près celle d'une Panthère, qui avait des canines supérieures relativement étroites et dépourvues de crénelures. Le nom de *Meganthereon*, employé dans un sens spécifique, doit tomber en synonymie comme étant plus récent.

Nous allons maintenant passer en revue les formes de *Machairodus* trouvées dans les gisements européens de diverses époques et nous serons ainsi amenés à déterminer le nom que doivent porter les grandes canines crénelées de l'Auvergne ou du Val d'Arno.

1. Traité de paléontologie, p. 230.
2. Zoologie et paléontologie françaises, 2e édit., p. 231.

MACHAIRODUS APHANISTUS, Kaup

(*Machairodus* d'Eppelsheim et de Pikermi)

Nous savons que Cuvier a vu le dessin d'une canine d'Eppelsheim. Cette canine a été représentée par Kaup [1]. Elle ressemble beaucoup (fig. 6) aux grandes canines du Pliocène du Val d'Arno et de l'Auvergne ; elle porte des crénelures comme celles-ci. Aussi Kaup lui a-t-il donné le nom de *Machairodus cultridens* et son exemple a été suivi par la plupart des paléontologistes. En même temps, Kaup désignait sous les noms de *Felis aphanista* et d'*Agnoterium antiquum*, diverses dents d'un grand Chat trouvées dans le même gisement. Certaines étaient crénelées comme la canine, mais Kaup ne sut d'abord pas établir de rapprochements entre les deux catégories de dents. Ce n'est que beaucoup plus tard, en 1859, qu'il rapporta tous ces débris au *Machairodus cultridens* [2]. Entre temps, Wagner [3] puis Roth et Wagner [4] décrivirent quelques pièces de Pikermi, notamment une belle portion de tête munie de sa mâchoire inférieure, sous les noms de *Felis gigantea* et de *Machairodus leoninus*. Je reproduis ici (fig. 7) le dessin d'une canine par Roth et Wagner. Enfin M. Albert Gaudry, considérant comme établie l'identité des deux animaux de Pikermi et d'Eppelsheim, les étudia sous le nom de *Machairodus cultridens* [5].

Nous connaissons maintenant la véritable nature du *Machairodus cultridens* et nous savons qu'il ne faut plus employer ce nom pour désigner la grande forme de *Machairodus* à canines crénelées d'Eppelsheim ; il nous faut revenir, non pas comme l'a fait M. Schlosser [6] à l'expression de *leoninus* qui est beaucoup plus récente, mais à celle d'*aphanistus* créée par Kaup, pour des débris bien caractérisés et bien figurés.

Le *Machairodus aphanistus*, Kaup, du Miocène supérieur d'Eppelsheim, de Pikermi, de Samos, de Baltavar, du mont Léberon, de Maragha, est donc la seconde espèce du genre au point de vue historique ; elle diffère de la première, ou *Machairodus cultridens*, par sa taille plus forte, comparable à celle d'un grand Lion, par

1 KAUP, Description d'ossements fossiles de Mammifères..., 1832, p. 24, Carnivores, pl. I, fig. 5.

2 *Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn*, § 270.

3. *Abhand. der Bayer. Akad. der Wissens.* vol. 5, pl. II, fig. 6, 1848.

4. *Id.*, vol. VII, pl. IX, fig. 1-5, 1854.

5 Albert GAUDRY, Animaux fossiles et géologie de l'Attique, p. 105.

6. SCHLOSSER, Die Affen... p. 436.

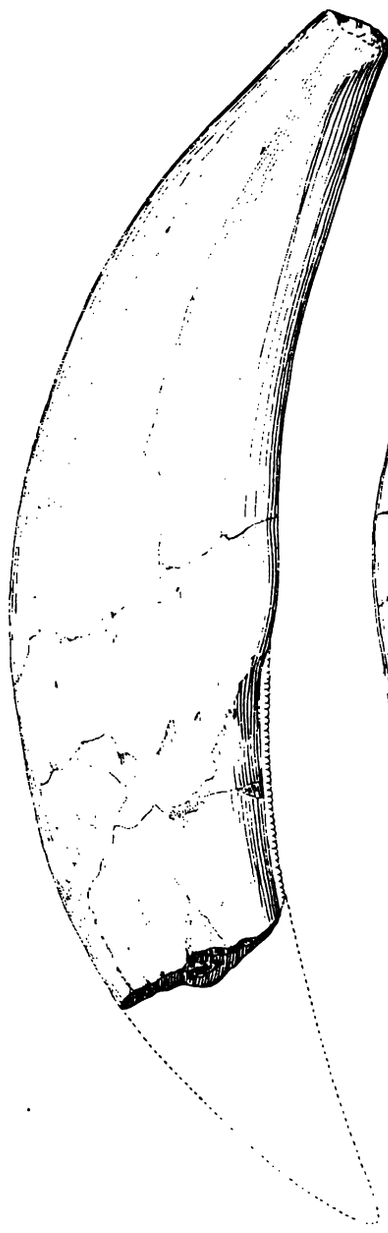


Fig. 6. — Canine supérieure du *Machairodus* d'Eppelsheim ; gr. nat. Calque de la figure donnée par Kaup.

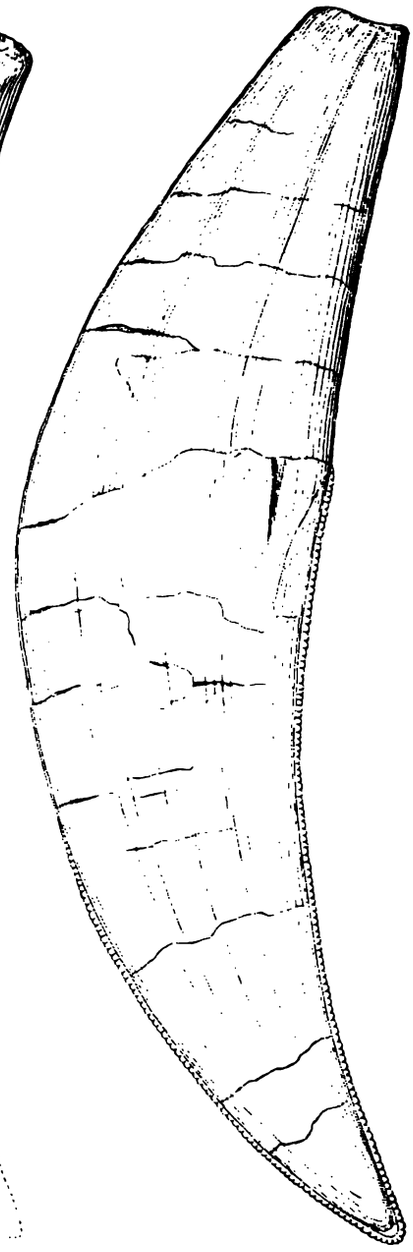


Fig. 7. — Canine supérieure du *Machairodus* de Pikermi ; gr. nat. Calque de la figure donnée par Roth et Wagner.

sa canine supérieure, grande, large, crénelée, par le développement relativement plus considérable de sa troisième prémolaire inférieure, par la forme différente de la carnassière supérieure; je reviendrai plus loin sur ce dernier caractère.

MACHAIRODUS LATIDENS, Owen

La troisième espèce, dans l'ordre chronologique, est le *Machairodus latidens*, du Pléistocène d'Angleterre. Boyd-Dawkins [1] a raconté l'histoire de la découverte, dans la caverne de Kent's Hole, par Mac Enery, des quelques dents signalées ou décrites par Owen [2] sous le nom de *Machairodus latidens*. Le Muséum possède des moulages de trois de ces dents, deux canines et une incisive supérieures ; ils ont été donnés à Blainville par Mac Enery et les originaux correspondants sont ceux qui ont été figurés par Boyd-Dawkins. Nous pouvons donc les comparer facilement aux débris que nous avons des espèces précédentes.

Les canines de Kent's Hole (fig. 8 et 9), très différentes des canines du *Machairodus cultridens*, sont à la fois moins allongées et plus élargies; leurs bords tranchants présentent de fortes crénelures.

On peut aussi les distinguer de celles du *M. aphanistus*, dont la longueur est beaucoup plus considérable, mais qui sont proportionnellement plus étroites. De plus, dans le *M. latidens*, les bords tranchants sont plus amincis, les crénelures paraissent plus fortes.

Les *Machairodus* quaternaires sont très rares. Gervais [3] a décrit deux dents provenant de la caverne de la Baume, dans le Jura : une canine inférieure et une moitié de carnassière inférieure; il les a rapportées au *M. latidens*. M. D'Ault du Mesnil [4] a figuré un morceau de canine supérieure trouvé dans les graviers quaternaires les plus inférieurs des environs d'Abbeville. Il est difficile d'affirmer, d'après ce dessin, qu'il s'agit de la même espèce ; mais cela est probable.

J'ai reçu moi-même, d'une grotte fouillée à Montmaurin (Haute-Garonne) par mon ami M. Cartailhac, une canine supérieure dont la forme générale est identique à celle des canines d'Angleterre.

1. *Pleistocene Mammalia*, part IV, p. 185.
2. *British Fossil Mammals*, 1846, p. 176.
3. *Zool. et Paléont. générales*, I, 1867, p. 78, pl. XVIII, fig. 3 et 4.
4. *In* La Société, l'école et le laboratoire d'anthropologie de Paris à l'Exposition universelle de 1889, p. 151, fig. 34.

Zittel a signalé la découverte du *M. latidens* en Ligurie ; si cette indication se rapporte, comme je le suppose, à la grotte des Fées,

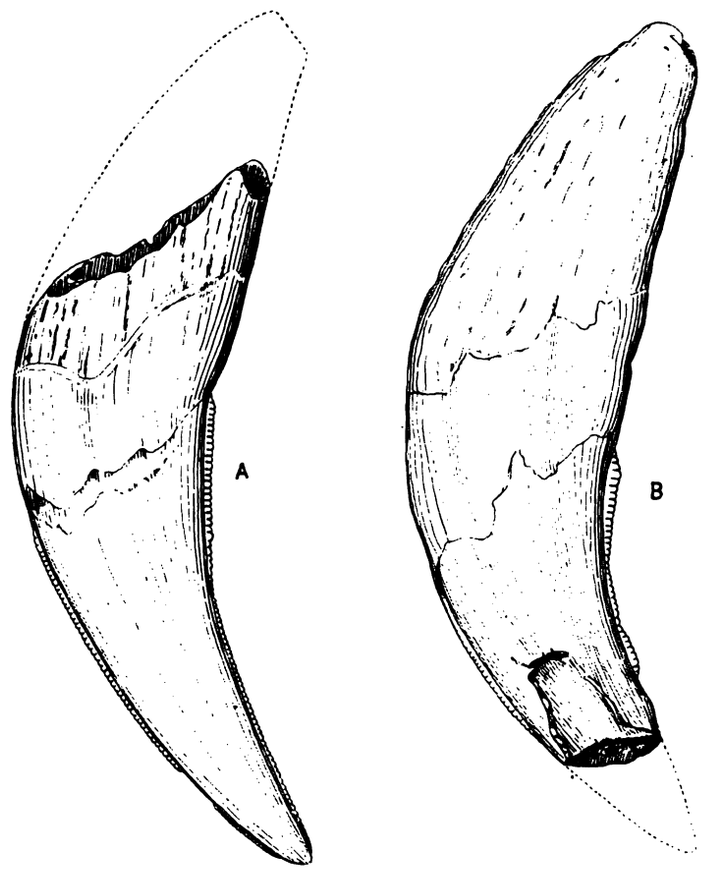


Fig. 8 et 9. — Canines supérieures du *Machairodus latidens* de Kent's Hole. A, canine gauche vue sur sa face externe ; B, canine droite vue sur sa face interne ; gr. nat. Calques des figures données par Boyd-Dawkins.

décrite par MM. Issel et Amerano [1], elle est erronée : j'ai pu m'assurer *de visu* que la dent trouvée dans cette grotte et attribuée d'abord à un *Machairodus*, a appartenu à un Cétacé.

1. Cf. L'*Anthropologie*, t. II, p. 211.

MACHAIRODUS CRENATIDENS, Fabrini.

Nous devons maintenant nous demander ce que devient l'espèce du Pliocène d'Auvergne et d'Italie à grandes canines crénelées. Nous avons vu que la plupart des auteurs la désignent sous le nom de *cultridens* et appellent *meganthereon* la petite forme à dents lisses. Pour ces paléontologistes, le grand *Machairodus* pliocène du Val d'Arno et de Perrier appartient à la même espèce que le *Machairodus* du Miocène supérieur d'Eppelsheim et de Pikermi.

D'autres noms lui ont été donnés en France et en Italie.

On a trouvé, aux environs du Puy, à Sainzelles, plusieurs dents de *Machairodus*. Aymard les a désignées sous le nom de *M. Sainzelli*. Gervais [1] a figuré une incisive. Une canine supérieure, trouvée à Ceyssaguet, près du Puy (fig. 12), ressemble tout à fait aux grandes canines de Perrier ou du Val d'Arno. Il semble donc qu'on pourrait appeler le grand *Machairodus* des divers gisements pliocènes *M. Sainzelli*. Mais il faut convenir que les indications données par Aymard et Gervais pourraient paraître insuffisantes.

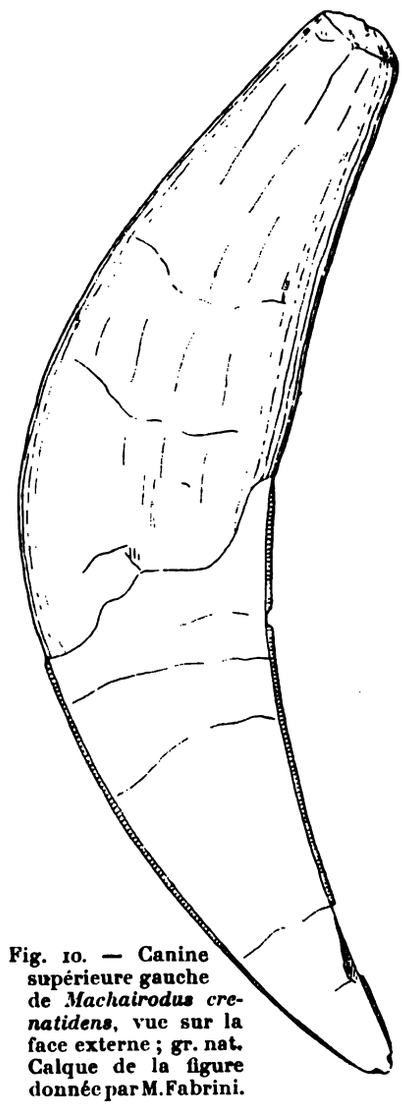


Fig. 10. — Canine supérieure gauche de *Machairodus crenatidens*, vue sur la face externe ; gr. nat. Calque de la figure donnée par M. Fabrini.

En 1890, M. Fabrini [2] a

1. Zoologie et paléontologie françaises, 2e édit., p. 231.
2. I *Machairodus* del Valdarno superiore. *Boll. del R. Comitato geologico d'Italia*, XXI, p. 121 et p. 161, avec 3 pl.

repris l'étude détaillée des restes de *Machairodus* qui se trouvent au Musée de Florence. Il a eu le mérite de dissiper l'équivoque qui avait régné dans la science depuis Cuvier et de désigner, sous son vrai nom de *cultridens*, la forme à canines étroites et sans crénelures.

Il a ensuite étudié les formes à grandes canines crénelées sur les deux bords tranchants et il leur a donné le nom de *Machairodus crenatidens*. Il a montré comment la canine supérieure de cette espèce (fig. 10), peut se distinguer de la dent cultriforme du *M. aphanistus*. Celle-ci est plus droite, moins incurvée ; la couronne est beaucoup plus développée que la racine, ce qui est le contraire chez *M. crenatidens*.

Il est facile de trouver d'autres différences en comparant les figures de Roth et Wagner, ou mieux les moulages des pièces de Pikermi que nous avons au Muséum, avec les figures de M. Fabrini. C'est ainsi que la carnassière supérieure du *M. aphanistus* a son lobe antérieur, de forme bifide, relativement très développé, puisqu'il représente presque le tiers de la longueur totale de la dent, tandis que chez *M. crenatidens*, comme chez les *Felis*, ce premier lobe, très réduit, ne représente environ que le 1/4 ou même le 1/5 de la longueur.

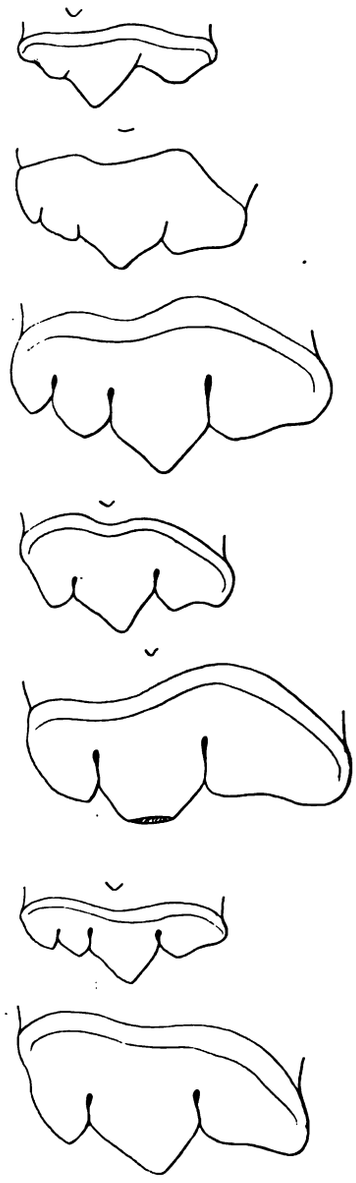
Je donne ici (fig. 11) les contours au trait des carnassières supérieures gauches de divers *Machairodus*, pour montrer les différences que ces dents présentent dans la forme de leur premier lobe. J'y ai joint deux figures de carnassières de Lion des cavernes, une carnassière de lait et une carnassière d'adulte. On verra que la dent de lait du Lion présente aussi un lobe bifide. C'est un souvenir ancestral de l'état par lequel ont passé un certain nombre de Félins primitifs et quelques espèces de *Machairodus*, moins évoluées que les autres à cet égard.

On peut aussi distinguer le *M. crenatidens* du *M. latidens* ; les canines de l'espèce quaternaire sont plus petites et ont une forme générale un peu différente. (Comparer la fig. 10 avec les fig. 8 et 9).

Ainsi la dénomination de *crenatidens*, bien que relativement très récente et s'appliquant à l'une des formes les plus anciennement connues, doit être retenue pour désigner la grande espèce de *Machairodus* à canines crénelées du Val d'Arno en Italie et de Perrier en Auvergne.

Les *Machairodus* provenant de deux localités pliocènes des environs du Puy, Sainzelles et Ceyssaguet [1], me paraissent devoir

1. M. Boule. Description géologique du Velay, p. 188 et p. 205. *Bull. du Service de la Carte géologique de France*, N° 28.



Machairodus palmidens. Sansan. Galerie de Paléontologie du Muséum.

Machairodus Jourdani. La Grive-Saint-Alban. D'après une figure de M. Depéret.

Machairodus aphanistus de Pikermi, d'après un moulage d'une pièce du Musée de Munich. Galerie de Paléontologie du Muséum.

Machairodus cultridens de Perrier. Coll. Croizet au Muséum.

Machairodus crenatidens du Val d'Arno. D'après une figure de M. Fabrini.

Felis leo var. *spelæa*. Carnassière de lait. Quaternaire de Châteauneuf-sur-Charente. Coll. Chauvet au Muséum.

Felis leo var. *spelæa*. Carnassière d'adulte. Quaternaire de Vence. Coll. Bourguignat, au Muséum.

Fig. 11. — Profils des carnassières supérieures gauches de divers Felins fossiles, vues sur la face externe, sauf celle du *M. Jourdani* qui est vue sur la face interne. Grandeur naturelle.

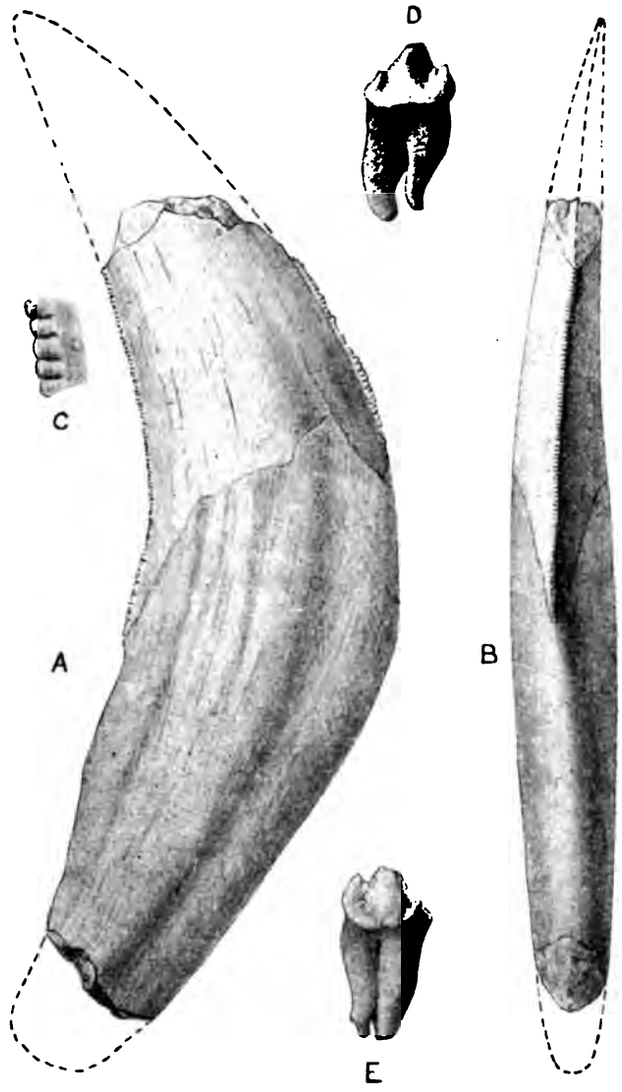


Fig. 12. — Dents de *Machairodus crenatidens*, de Ceyssaguet (Haute-Loire). Grandeur naturelle. A, canine supérieure droite vue par sa face interne ; B, la même vue par son bord postérieur ; C, les crénelures grossies ; D, 3e prémolaire gauche, vue par sa face externe ; E, la même, vue par sa face interne. Coll. Vinay à Corsac, près Le Puy.

rentrer dans la même espèce. Cela est certain pour le *Machairodus* de Ceyssaguet, dont on trouvera ici les débris figurés pour la première fois. Ces restes font partie de la belle collection de fossiles recueillie autrefois par Vinay, et que la famille de ce regretté savant voulut bien mettre à ma disposition au moment où je faisais mes études sur la géologie du Velay. Ils consistent en une canine supérieure cassée aux deux extrémités et en une troisième prémolaire gauche (fig. 12). La forme et les dimensions de ces dents n'offrent pas de différences sensibles avec les dents analogues du *M. crenatidens* d'Italie.

En 1888, M. Aymard m'autorisa à dessiner les dents du *Machairodus* de Sainzelles qui se trouvent actuellement au musée du Puy. Je reproduis ici (fig. 13 et 14), la photographie de ces dessins exécutés fidèlement à la chambre claire. Ils représentent des

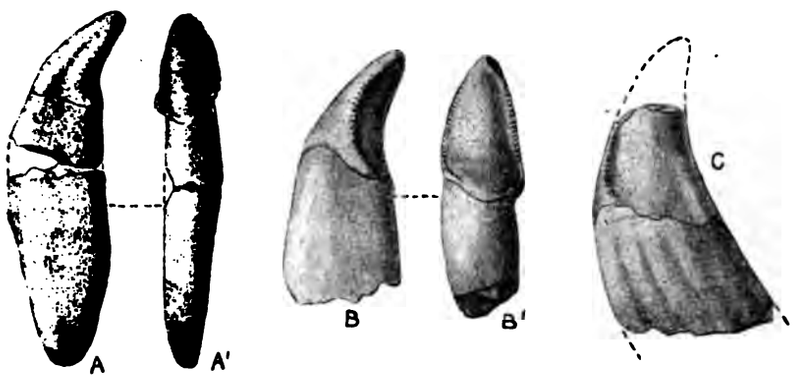


Fig. 13. Dents inférieures de *Machairodus crenatidens* de Sainzelles (Haute-Loire) ; grandeur naturelle. A, A', 1re ou 2e incisive gauche ; B, B', 3e incisive droite ; C, canine. Coll. Aymard, au Musée du Puy.

incisives, une canine inférieure, une dernière prémolaire et une carnassière inférieures. Toutes ces dents, sauf la carnassière, sont plus ou moins ornées de crénelures sur leurs bords tranchants. Elles accusent un animal notablement plus grand que le *M. crenatidens* du Val d'Arno et atteignant presque la taille du *Smilodon* d'Amérique.

La carnassière est remarquable. Si, d'un côté, les circonstances de sa découverte, l'aspect comprimé et tranchant de sa couronne doivent la faire attribuer à un *Machairodus* plutôt qu'à un grand *Felis*, d'un autre côté, son développement en longueur est vraiment extraordinaire. Cette dent mesure en effet 34 millim. tandis

que chez le *M. crenatidens* du Val d'Arno elle ne paraît pas dépasser 31 millim. et que sur le magnifique exemplaire du *Smilodon* du Muséum, pourtant de taille très considérable, elle n'atteint que 29 millim.

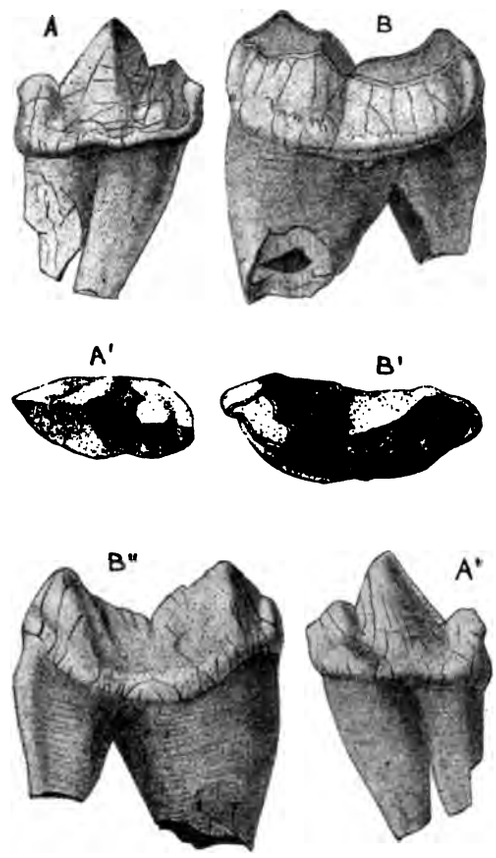


Fig. 14. — Molaires inférieures de *Machairodus crenatidens*, de Sainzelles (Haute-Loire). Grandeur naturelle. A, A', A", 4e prémolaire gauche, vue par sa face externe, en dessus et par sa face interne ; B, B', B", carnassière gauche, vue par sa face externe, en dessus et par sa face interne. Coll. Aymard, au Musée du Puy.

Les proportions relatives de cette carnassière et de la dernière prémolaire qui la précède sont d'ailleurs sensiblement les mêmes que chez le *M. crenatidens* représenté par la figure 5, pl. IV, du mémoire de M. Fabrini. Il est donc probable que le *Machairodus* de Sainzelles n'est simplement qu'un individu ou qu'une variété particulièrement robuste du *M. crenatidens*. Il est curieux d'observer que le même gisement a fourni la tête d'une Hyène se rapprochant beaucoup, par tous ses caractères anatomiques, de l'*Hyæna Perrieri*, également de Perrier et du Val d'Arno, mais en différant par ses dimensions relativement énormes [1].

On a signalé plusieurs fois des débris de *Machairodus* dans le

1. M. Boule, Description de l'*Hyæna brevirostris* du Pliocène de Sainzelles, près Le Puy (Haute-Loire). *Ann. des Sciences naturelles, Zoologie*, t. XV, p. 87, pl. I.

Forest-bed d'Angleterre. C'est d'abord un fragment de canine supérieure décrite par Ray-Lankester [1], mais non déterminée spécifiquement. C'est, plus tard, une mandibule décrite par MM. Backhouse et Lydekker [2]. Les savants anglais, égarés par la synonymie trompeuse qui avait alors cours dans la science et privés de termes de comparaison, ne purent arriver à une détermination précise. C'est avec raison, selon moi, que M. Fabrini considère les pièces trouvées dans le Forest-bed comme se rapportant au *M. crenatidens*.

Machairodus Nestianus, Fabrini.

Parmi les restes de *Machairodus* qu'il a eus à sa disposition, M. Fabrini a distingué une mâchoire supérieure et une mâchoire inférieure, d'ailleurs assez mal conservées, sous le nom de *M. Nestianus*. Ces pièces indiqueraient un animal voisin, comme taille, du *M. crenatidens*, mais qui aurait eu la face plus allongée. La canine supérieure ressemble à celle du *M. crenatidens*, quoiqu'elle soit un peu moins robuste ; mais elle en diffère surtout parce qu'elle n'est crénelée que sur son bord concave ou postérieur. En outre, la mandibule présente un espace libre, ou diastème, entre la troisième et la quatrième prémolaires. Il est possible que ces différences soient accidentelles et n'aient pas une grande valeur. Peut-être avons-nous à faire simplement à une variation individuelle, un peu aberrante, du *M. crenatidens* ou même, en ce qui concerne la canine, à de simples différences sexuelles.

Il est bon, à ce point de vue, de faire remarquer que les gisements pliocènes de l'Auvergne ont aussi fourni des canines de la forme *crenatidens*, mais dépourvue, comme le *M. Nestianus*, du Val d'Arno, de crénelures au bord antérieur [3].

Autres espèces européennes de *Machairodus*

Afin de rendre ce travail plus utile au point de vue pratique des déterminations, je vais compléter l'énumération critique des diverses espèces de *Machairodus* rencontrées dans les gisements européens.

Le plus ancien représentant du genre a été signalé dans les phosphorites du Quercy par M. H. Filhol, d'après des morceaux

1. *Geological Magazine*, VI, 1869, p. 440, pl. XVI.
2. *Quat. Journ. geolog. Society*, XLII, 1886, p. 309, pl. X.
3. Bravard. *Loc. cit.*, fig. 10 de la pl. III.

de canines dentelées, qui n'ont pas été figurés. Ces débris dénoteraient une espèce de grande taille à laquelle M. Filhol a donné le nom de *M. insignis*. Nous savons d'ailleurs que les phosphorites ont livré, non-seulement des Félidés qu'on peut considérer comme évoluant vers le type *Machairodus (Ælurictis, Ælurogale)*, mais encore des formes plus spécialisées, à certains égards *(Eusmilus)*, que les *Machairodus* eux-mêmes.

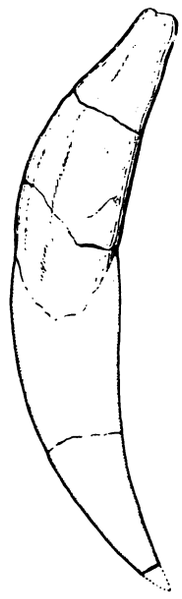


Fig. 15. — Canine supérieure de *Machairodus palmidens*; Sansan. Gr. nat. D'après deux échantillons de la galerie de Paléontologie du Muséum.

A Sansan, on a découvert, depuis longtemps, un véritable *Machairodus*, le *M. palmidens*, dont un beau crâne se trouve dans les galeries de Paléontologie du Muséum. Cette espèce, de la taille du Guépard, plus petite par conséquent que le *M. cultridens*, a ses canines supérieures crénelées, mais relativement peu développées (fig. 15); sa carnassière supérieure paraît avoir le premier lobe bifide, du moins autant qu'on puisse en juger dans l'état d'usure où se trouvent les dents que nous possédons (Voy. fig. 11).

A La Grive-Saint-Alban, M. Filhol [1] a fait connaître quelques dents (une canine supérieure, une quatrième prémolaire et une carnassière inférieures) d'une espèce intermédiaire, comme grandeur, entre le *M. cultridens* et le *M. aphanistus* et qu'il a appelée *Machairodus Jourdani*. Bien qu'elle soit mutilée à ses deux extrémités, la canine accuse une forme assez particulière (fig. 16) : la couronne est moins développée et moins large que la racine ; celle-ci est moins effilée, plus obtuse que dans les autres espèces [2]. M. Filhol a appelé l'attention sur un caractère intéressant de la dernière prémolaire, dont le lobe antérieur, le

1. *Archives du Muséum de Lyon*, III, 1881, p. 56, pl. IV, fig. 3 à 5.

2. La figure de cette dent, donnée par M. Filhol, ne montre pas de crénelures. M. Chantre a eu la bonté d'examiner pour moi la pièce originale. Il m'a écrit qu'elle a des crénelures sur le bord antérieur ou convexe ; ces crénelures, étant très fines, étaient passées inaperçues. Pourtant, quand on est prévenu, on peut les reconnaître même sur le moulage de cette pièce que nous avons au Muséum.

lobe postérieur et le talon sont à peu près également développés; cette disposition donne à la dent une forme assez particulière, qui se trouve également dans le *Machairodus* de Sansan (Voy. fig. 17).

Le *Hyænictis germanica* de Steinheim, décrit par Fraas [1], paraît devoir se rapporter à la même espèce.

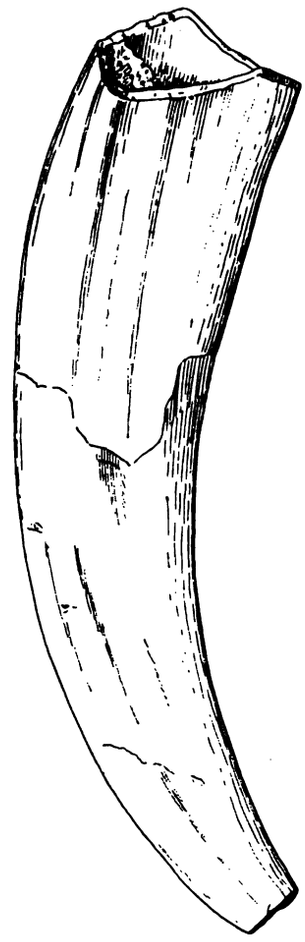


Fig. 16. — Canine supérieure de *Machairodus Jourdani* de La Grive-Saint-Alban. Grand. natur. D'après la fig. donnée par M. Filhol et un moulage du Musée de Lyon.

Le Miocène supérieur d'Eppelsheim, de Pikermi, de Maragha renferme beaucoup de restes de *Felis* qui ont fait l'objet de descriptions assez diffuses.

Kaup [2] avait décrit sous le nom de *Felis ogygia*, un morceau de mandibule remarquable par le développement relativement considérable du diastème séparant la canine de la troisième prémolaire et destiné à livrer passage à la canine supérieure. Kittl [3] a trouvé à Maragha une forme voisine qu'il a appelée *Machairodus orientalis* et Weithofer [4] a donné le nom de *Machairodus Schlosseri* à des pièces de taille un peu plus forte provenant de Pikermi. Zittel [5] admet que toutes ces espèces n'en forment qu'une, qu'il appelle *Machairodus ogygius*, et M. Schlosser [6] ne paraît pas éloigné de partager la même opinion.

Pour ma part, je serais tenté d'aller plus loin. Les raisons qui ont poussé MM. Weithofer et Schlosser à rapporter ces divers morceaux au genre *Machairodus*

1. *Wurt. Jahresb.*, 1885, p. 319, pl. IV.
2. *Loc. cit.*
3. *Ann. Hofmus. Wien*, 1887, p. 329, pl. XIV et XV.
4. *Beitr. Pal. Oest.-Ung.*, 1888, p. 233, pl. XI, fig. 1 à 7.
5. Traité de paléontologie, p. 679.
6. Die Affen..., p. 442.

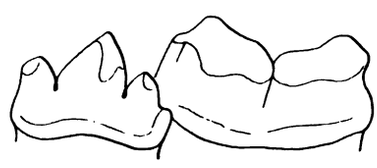
ne me paraissent pas convaincantes. Le diastème est loin d'être aussi étendu que chez les véritables *Machairodus* ; la canine inférieure est aussi développée que chez beaucoup de *Felis* actuels de même taille ; les molaires n'ont pas l'aspect comprimé et tranchant

Machairodus palmidens, de Sansan. Galerie de Paléontologie du Muséum.

Machairodus Jourdani, de La Grive-Saint-Alban. D'après un moulage d'une pièce du Musée de Lyon. Coll. de Paléontologie du Muséum.

Machairodus aphanistus, de Pikermi. D'après un moulage d'une pièce du Musée de Munich. Coll. de Paléontologie du Muséum.

Machairodus cultridens, de Perrier. Coll. Croizet à la galerie de Paléontologie du Muséum.



Machairodus crenatidens, du Val d'Arno. D'après une figure de M. Fabrini.

Fig. 17. — Dernière prémolaire et carnassière inférieures gauches de diverses espèces de *Machairodus*. Grandeur naturelle.

des molaires de *Machairodus*, elles sont épaisses comme dans les *Felis*. Enfin, la mandibule a son bord inférieur droit et ne présente aucune trace de l'expansion ou saillie verticale si caractéristique des *Machairodus*.

Les *Felis* ou *Machairodus priscus*, Kaup, *antediluvianus*, Kaup, *leiodon*, Weith., d'Eppelsheim ou de Pikermi, reposent sur des documents trop incomplets pour qu'on puisse les prendre en considération.

Le *Machairodus maritimus* de Christol [1] n'a jamais été décrit ni figuré ; il n'y a pas lieu d'en tenir compte, au moins pour le moment.

Résumé et tableau synoptique

Il ne me reste plus qu'à résumer les détails qui précèdent en un tableau synoptique présentant les caractères différentiels des espèces de *Machairodus* qui sont bien établies. Ce tableau permettra d'arriver à leur détermination avec la plus grande facilité.

- **Machairodus** : Félidés caractérisés par leurs canines supérieures cultriformes, la réduction, en nombre et en grandeur, de leurs prémolaires, l'aspect aminci, tranchant, de toutes leurs dents, dont les bords coupants sont ornés ou non de crénelures.
  - A. Animaux d'une taille voisine de celle de la Panthère.
    - Canines sans crénelures ; lobe antérieur de la carnassière supérieure à une seule pointe ; 4e prémolaire inférieure à trois lobes . . . . . M. CULTRIDENS.
    - Canines crénelées ; carnassière supér. avec un lobe antér. bifide ; 4e prém. infér. à quatre lobes subégaux.
      - Canines relativement petites. . M. PALMIDENS.
      - Canines grandes, à racines très larges, plus développées que la couronne . . . M. JOURDANI.
  - B. Animaux de la taille du Lion.
    - Canines crénelées sur les deux bords tranchants.
      - A couronne plus développée que la racine ; lobe antérieur de la carnassière bifide . . . . . M. APHANISTUS.
      - A couronne plus recourbée que dans la forme précédente, lobe antérieur de la carnassière supérieure à une seule pointe. . M. CRENATIDENS.
      - Canines plus courtes que les précédentes ; crénelures plus accentuées. . . M. LATIDENS.
    - Canines crénelées sur le bord postérieur seulement . . . . . M. NESTIANUS.

1. *B. S. G. F.*, 1849, p. 170.

Au point de vue stratigraphique, les espèces dont j'ai parlé se répartissent ainsi :

QUATERNAIRE : *M. latidens.*
PLIOCÈNE : *M. cultridens*, *M. crenatidens*, *M. Nestianus.*
MIOCÈNE SUPÉRIEUR : *M. aphanistus*, et (?) *M. ogygius.*
MIOCÈNE MOYEN : *M. palmidens*, *M. Jourdani.*
OLIGOCÈNE : *M. insignis* (?).

J'aurais voulu dresser, pour le genre *Machairodus*, un tableau montrant les affinités des diverses espèces dans l'espace et dans le temps, c'est-à-dire un tableau analogue à celui que M. Albert Gaudry et moi avons donné pour les Ours et les Hyènes [1], mais les essais auxquels je me suis livré sont trop peu satisfaisants pour que je les reproduise ici.

Pourtant ils m'ont permis de faire quelques remarques intéressantes.

Les premiers *Machairodus* sont moins spécialisés que les derniers, ce qui est conforme aux lois de l'évolution. Les *Machairodus* du Miocène moyen ont leurs canines relativement petites, leurs carnassières supérieures présentent un premier lobe bifide ; leurs dernières prémolaires inférieures ont un aspect particulier dû au développement du talon, qui acquiert presque la valeur d'un quatrième denticule.

Dans le *M. aphanistus*, du Miocène supérieur, la canine a pris un développement considérable ; la dernière prémolaire inférieure a réduit son quatrième lobe à l'état de talon pour prendre l'aspect d'une dent de *Felis* actuel, mais la carnassière supérieure a conservé son premier lobe bifide.

Le *M. neogœus*, ou *Smilodon*, d'Amérique, a gardé un souvenir de cet état de choses, car sa carnassière supérieure ressemble beaucoup à celle du *M. aphanistus* et peut-être la forme américaine descend-elle, plus ou moins directement, de la forme du Miocène supérieur européen. Le *Smilodon* est d'ailleurs, à d'autres égards, le type le plus spécialisé, le plus achevé, du genre *Machairodus*.

Au Pliocène, les *Machairodus* de nos pays ont perdu les traits particuliers qui distinguaient la carnassière supérieure et la dernière prémolaire inférieure de leurs prédécesseurs. Ces dents sont maintenant établies tout à fait sur le plan de celles des *Felis* actuels ; mais il n'est pas douteux que ces espèces ont passé par

1. *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires*, fascic. 4, 1892.

l'état antérieur, puisque, aussi bien chez les *Machairodus* que chez les *Felis* actuels, la dentition de lait rappelle et reproduit cet état antérieur.

Le *M. cultridens* du Pliocène est une forme remarquable par l'absence de crénelures ; nous ne lui connaissons ni ascendants, ni descendants directs.

Le *M. crenatidens* et le *M. latidens* paraissent être bien voisins ; le second pourrait bien n'être qu'un descendant diminué du premier. Les canines se ressemblent beaucoup dans les deux espèces, mais nous ne connaissons le *M. latidens* que très imparfaitement ; il serait imprudent, en ce moment, d'aller plus loin dans cette voie des rapprochements.

LE CÉNOMANIEN
DES ENVIRONS DE TOULON
ET SES ÉCHINIDES

par M. A. MICHALET.

Les couches cénomaniennes que l'on rencontre sur divers points des environs de Toulon font toutes partie du grand bassin crétacé au centre duquel se trouve le Sénonien du Beausset, de la Cadière et du Castellet, que recouvrent, par places, le Danien saumâtre à *Melanopsis* et Cyrènes et des couches de Trias dont l'apparition, au sein de ce Crétacé supérieur, donne lieu à des discussions aussi ardues que savantes.

Le bassin crétacé du Beausset est formé de vastes demi-cercles à peu près concentriques. Ceux qui décrivent la plus grande courbe, et représentent la craie la plus inférieure, se dégagent, au nord de Cassis, des masses crétacées de même niveau qui occupent tant de place au sud-est du département des Bouches-du-Rhône. Ils viennent, par Cuges, le sud de Signes et le nord du Revest, former, à l'est de Toulon, le sommet de Coudon, reprennent la courbe par les hauteurs du Faron, de Beaumont, du cap Gros, la terminent par celles du Grand et du Petit Cerveau et disparaissent vers le nord de Bandol.

Presque tous les autres étages crétacés, moyens et supérieurs, forment en dedans de cette première courbe, d'autres demi-cercles analogues.

Le bassin crétacé du Beausset est bien connu des géologues. Il a été l'objet de travaux importants, et, surtout, d'une description détaillée, dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, par M. A. Toucas.

Seulement, tous les points d'un aussi vaste ensemble, n'ont pu être observés, chacun, avec la même précision.

L'intérêt des recherches s'est concentré sur quelques-uns d'entre eux, d'un accès plus facile, ou bien où les investigations et les discussions scientifiques pouvaient aboutir à des conclusions de plus grande portée.

En tête de ces derniers, il faut placer le Crétacé supérieur qui,

avec ses successions de niveaux à Hippurites et, plus encore, ses superpositions de Trias, a attiré depuis longtemps les préférences des géologues. La Société géologique de France a tenu, en 1891, une de ses sessions extraordinaires en Provence, au cours de laquelle M. Marcel Bertrand a cherché à faire accepter par tous, sur place et en présence même des faits géologiques à expliquer, ses théories sur le recouvrement par le Trias des couches crétacées du Beausset.

Je ne viens pas me mêler aux débats qu'ont soulevés ces théories. L'objet de ce travail est plus modeste. Tout en continuant à m'occuper de la faune échinitique des environs de Toulon, dont j'ai étudié les espèces bathoniennes dans une première note [1], je viens, à propos des espèces cénomaniennes de cette même région, parler de quelques points des couches cénomaniennes du bassin crétacé du Beausset, jusqu'ici un peu délaissées par les travaux précédents.

La première partie de ce travail, de beaucoup la principale, a trait surtout à un ou deux petits lambeaux cénomaniens, égarés et comme perdus au milieu de l'Urgonien, et qui m'ont offert cependant, bien des espèces non encore signalées dans les couches du bassin, en premier lieu plusieurs espèces spéciales jusqu'à présent à la faune de l'Algérie.

Les couches cénomaniennes des alentours du Revest sont presque tout l'objet de cette étude. Je dirai aussi quelques mots des couches de même horizon du Val d'Aren.

I. — Couches cénomaniennes du Revest

Dans son *mémoire sur les terrains crétacés des environs du Beausset* [2], M. A. Toucas a décrit avec beaucoup de détails, les couches cénomaniennes du bassin crétacé, d'abord à leur première apparition à l'ouest du bassin, à Cassis, où elles constituent le banc dit des Lombards, puis un peu plus loin, toujours à l'ouest, dans les environs de la Bedoule, enfin au nord et au nord-est de leur pourtour, dans les localités de la Dalmasse, de la Barralière et de Turben.

Il y a distingué trois niveaux, les deux premiers, en allant de bas en haut, répartis chacun en trois assises, le dernier n'en formant qu'une seule.

Le niveau le plus inférieur de M. A. Toucas représente la Craie

1. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 50.
2. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 2e partie, t. IX.

inférieure de Rouen, ce qu'on est convenu d'appeler le Rhotomagien.

La faune échinitique qu'il y catalogue se compose dans l'assise la plus profonde, celle du banc des Lombards, seulement de quatre espèces :

Holaster subglobosus Agassiz.
Hemiaster bufo Desor.
Discoïdea cylindrica Agassiz.
— *subuculus* Klein.

dans l'assise intermédiaire, très riche en Echinides, de :

Holaster suborbicularis Agassiz.
— *bicarinatus* Agassiz.
— *carinatus* Agassiz.
Hemiaster bufo Desor.
— sp. nov.
Pygaulus Toucasi d'Orbigny (cette espèce avec doute).
Carutomus trigonopygus Desor.
Catopygus carinatus Agassiz.
Oolopygus Bargesi d'Orbigny.
Pyrina.
Echinoconus Rhotomagensis d'Orb.
— *Bargesi* d'Orbigny.
Discoïdea subuculus Klein.
— *Forgemolli* Coquand.
Holectypus crassus Cotteau.
Cidaris gibberula Agassiz.
— *Sorigneti* Desor.
— *vesiculosa* Goldfuss.
Glyphocyphus radiatus Desor.

enfin dans la plus haute assise de :

Hemiaster sp. nov.
Pyrina.
Codiopsis doma Agassiz.
Anorthopygus orbicularis Cotteau.
Pygaster truncatus Agassiz.
Orthopsis granularis Cotteau (cette espèce avec doute).
Goniopygus Menardi Agassiz.

Le Cénomanien moyen et le Cénomanien supérieur de M. A. Toucas, correspondent au Carentonien.

La liste des Echinides n'y comprend, pour le Cénomanien moyen, qu'un *Hemiaster* indéterminé comme espèce, et *Pygaulus subæqualis* Agassiz, et pour le Cénomanien supérieur que :

Hederodiadema Lybicum Cotteau.
Hemiaster Orbignyi Desor.
Hemiaster Toucasi d'Orbigny.
Pseudodiadema variolare, variété *Roissyi* Cotteau.

Cette faune échinitique, déjà fort belle, a été enrichie encore, pour les couches de Cassis et de la Bedoule, par les recherches de M. V. Gauthier qui, dans une courte mais précieuse note *sur les Echinides du département des Bouches-du-Rhône*, publiée en 1880 (A. F. A. S. Congrès de Reims), mentionne, comme recueillies dans ces localités, les espèces suivantes que j'ai moi-même récoltées presque toutes aux gisements indiqués :

Cidaris Dixoni Cotteau. — la Bedoule.
Peltastes acanthoïdes Agassiz. — la Bedoule, Cassis.
Glyphocyphus intermedius Cotteau — la Bedoule.
Orthopsis miliaris Cotteau. — la Bedoule.
Goniopygus major Agassiz. — la Bedoule.
Cottaldia Benettiæ Cotteau. — la Bedoule.
Echinoconus castanea d'Orbigny. — la Bedoule.
— sp. nov. — la Bedoule.
Pyrina atacina Cotteau. — la Bedoule.
— sp. nov. — la Bedoule.
Pyrina Bargesana d'Orbigny. — la Bedoule.
Catopygus columbarius d'Archiac. — la Bedoule.
Pygaulus macropygus Desor. — la Bedoule, Cassis.
Epiaster distinctus d'Orbigny. — la Bedoule, Cassis.
— *crassissimus* d'Orbigny. — Cassis.
— *Villei* Coquand. — Cassis.
Hemiaster similis d'Orbigny. — Roquefort, près la Bedoule.
Holaster Toucasi Coquand. — Cassis.
— sp. nov. — Cassis.
Cardiaster sp. nov. — Cassis.

A très peu d'exceptions près, provenant sans doute surtout de différences d'appréciation des caractères spécifiques à retrouver sur des échantillons de plus ou moins bonne conservation, M. V. Gauthier cite, aussi, dans sa liste des Echinides cénomaniens des Bouches-du-Rhône, les espèces énumérées déjà par M. A. Toucas. Mais ni M. V. Gauthier ni moi, n'avons pas toujours récolté ces dernières dans la même assise où les a rencontrées M. A. Toucas, bien que toujours au même niveau Rhotomagien ou Carentonien.

Je renvoie au mémoire de M. A. Toucas pour toutes les autres espèces qui, en dehors des Echinides, composent la faune des couches cénomaniennes depuis Cassis jusqu'à Turben.

J'ajouterai seulement aux listes de M. A. Toucas trois espèces que j'ai recueillies et qui n'y figurent pas : [1]

Mitra cancellata d'Orbigny, dont j'ai trouvé trois bons échantillons au banc des Lombards. La présence, déjà à ce niveau, de cette espèce est intéressante parce qu'on la retrouve dans le Mornasien de Saint-Cyr-de-Provence, non loin de là.

Lithodomus carentonensis d'Orbigny. — La Bedoule, seconde assise du Cénomanien intérieur de M. Toucas.

Janira cometa d'Orbigny. — Un seul mais très bon et incontestable exemplaire d'une espèce non encore signalée, non seulement dans le Cénomanien du bassin du Beausset, mais, je crois, en Provence. Il provient du Carentonien de la Bedoule.

1. Les exemplaires de ces trois espèces, comme ceux de toutes les autres que je citerai du Revest ou du Val d'Aren, ont été examinés par M. Peron. Je

A partir de la description du gisement de Turben jusqu'au Val d'Aren, le mémoire de M. A. Toucas s'en tient à des généralités quand il parle du Cénomanien du bassin crétacé du Beausset.

Elles se résument à dire que les couches cénomaniennes tournent de Turben au Val d'Aren par les Pigeourets, Orvès, le Revest, Cimaï et Sainte-Anne d'Evenos, — que des grès très friables et sans fossiles, doivent à Orvès, comme plus au nord dans le pourtour, représenter le Cénomanien inférieur et qu'ils sont surmontés par un calcaire gris compact, avec traces de *Requienia*, qui constituerait l'assise inférieure du Cénomanien moyen, de M. A. Toucas, — qu'on retrouve au Revest, le gisement des *Ostrea biauriculata*, *flabellata*, *columba*, et, très probablement aussi, le Cénomanien supérieur.

Il est vrai, qu'un an après la publication de son mémoire, c'est-à-dire en 1874, M. A. Toucas a donné une coupe de la Caoume, où il analyse de cette façon le Cénomanien du Revest, en allant de bas en haut :

Deux bancs de calcaire marneux contenant, l'inférieur : *Ostrea flabellata* et, le supérieur : *Ostrea columba* et *Hemiaster Toucasi*.

Au-dessus, deux autres bancs de calcaire compact, l'inférieur à *Caprina adversa* d'Orb., le supérieur à *Sphærulites*, ces quatre bancs formant une épaisseur de 65 mètres.

En 1876, dans une note insérée au Bulletin de la Société géologique [1], M. A. Toucas a apporté un changement important aux divisions des couches cénomaniennes de son mémoire. Il a réuni les couches à Ostracées, aux couches à *Heterodiadema libycum*, n'admettant plus, dans le Cénomanien, que les deux grandes divisions de Cénomanien supérieur et Cénomanien inférieur. Il a, ensuite, entre autres modifications secondaires, sacrifié, à Turben, son Cénomanien inférieur, et reconnu que les couches à Ostracées y reposaient directement sur l'Urgonien, teinté sur la carte jointe à son mémoire en Gault problématique et en Cénomanien inférieur. En ce qui regarde notre étude spéciale des Echinides, M. A. Toucas a remplacé aussi, à ce moment, dans son Cénomanien supérieur, composé des deux couches à Ostracées et à *Heterodiadema libycum*, l'espèce de son mémoire : *Pseudodiadema variolare*, variété *Roissyi*, par deux autres espèces : *Pseudodiadema Roissyi* Cotteau, *P. Marticense* Cotteau.

tiens à le déclarer pour donner à mes déterminations l'autorité de ce savant paléontologiste, et aussi pour lui offrir publiquement l'expression de ma vive gratitude.

1. *B. S. G. F.*, (3), IV, p. 309 (6 mars 1876).

Enfin, en 1891, justifiant sa coupe de Caoume, publiée en 1874, et que M. M. Bertrand trouvait incomplète, il redonne les mêmes divisions de sa coupe, en ce qui concerne le Cénomanien, mais en ajoutant l'*Hemiaster Orbignyi* aux espèces du plus haut banc marneux, et en remplaçant, dans le plus haut calcaire compact supérieur, le genre *Sphærulites*, indiqué en 1874 sans espèce, par le *Radiolites Sharpei* Bayle.

Cette même année, et au moment de la réunion de la Société Géologique en Provence, dans le compte-rendu de la course à Turben, M. M. Bertrand, après avoir, je crois à tort, mentionné, dans le Cénomanien de la Barralière, l'*Ostrea Tisnei* Coq., espèce sénonienne qu'on trouve avec les Hippurites mais à laquelle peuvent ressembler certains exemplaires d'*Ostrea flabellata*, remarquait qu'on y a rencontré aussi plusieurs fragments de *Ceratites Vibrayei* et l'*Hemiaster Orbignyi*. Parlant ensuite de l'allure et de la physionomie générales des couches cénomaniennes dans le bassin du Beausset, il ajoutait que sur le bord septentrional du bassin, au Revest, l'Urgonien n'était séparé du Turonien que par un Cénomanien à faciès littoral (Ostracées et couches saumâtres), avec un mince lit de bauxite à sa base, tandis que le bord méridional offre encore la série complète de l'Aptien marneux et du Cénomanien à silex.

Voilà, à ma connaissance, tout ce qui a été dit sur le Cénomanien du Revest.

Il me reste à indiquer la rencontre faite, à mes côtés, par notre confrère, M. Curet, dans les bancs à Ostracées de Turben, c'est-à-dire dans le Cénomanien supérieur, de deux espèces d'Echinides spéciales, jusqu'à cette partie du pourtour du bassin, au Cénomanien inférieur : *Hemiaster bufo* et *Peltastes acanthoïdes*.

Jusqu'à l'endroit appelé « Lei Mouar », les Morts, c'est-à-dire le point culminant qu'atteint le chemin d'Orvés au Revest, et où se trouve la séparation des deux régions d'Orvés et du Revest, je n'ai pour ainsi dire pas à modifier ce que je viens de rappeler. Il y a seulement à observer que l'ensemble des couches cénomaniennes qui, derrière les deux bergeries d'Orvés, situées au nord de la ferme du même nom, présente à peu de chose près, je ne dirai pas la richesse de faune de Turben, mais la physionomie générale du célèbre gisement, va en se rétrécissant et en s'abaissant sensiblement jusqu'au dessous du point « les Morts » situé dans le Ligérien.

On vient de faire dans la région d'Orvés, comme dans celle du Revest, des sondages de bauxite, à la rencontre de l'Urgonien et du Cénomanien. Celui qu'on a pratiqué le plus près de Turben se

trouve précisément derrière les bergeries d'Orvés dont je viens de parler. Or c'est comme d'un sommet qu'on voit de là un autre sondage, où la bauxite a été un peu plus abondante et qu'on a creusé au Jas de Clotet, en face la Font-de-Martin située au sud, au commencement des hauteurs ligériennes.

Le Gardonien paraît être plus épais qu'à Turben, à partir des environs du premier sondage, et au second, au Jas de Clotet, on a trouvé dans le Gardonnien, du lignite de l'épaisseur d'un mètre.

Au-dessus de la couche à *Ostrea* qui surmonte le premier sondage, une assise à Caprines d'une grande épaisseur, s'étend jusqu'au Ligérien, mais elle s'amincit beaucoup et s'abaisse comme les autres en se dirigeant vers les Morts.

Là, et près de roches urgoniennes, toutes rougies par la bauxite, au pied desquelles on n'a cependant pas fait de fouilles, une grande faille soulève le Cénomanien et fait déborder le Ligérien, étranglé lui aussi aux Morts, jusque sur l'Urgonien.

Le Ligérien possède presque à l'endroit précis où il couvre l'Urgonien un beau gisement d'Oursins, de Gastropodes, d'Arches, etc.

Au point culminant des Morts, le Ligérien occupe donc seul le sommet avec l'Urgonien. Il tourne rapidement de là vers le sud-ouest et laisse la place à l'Urgonien qui, excepté dans ce dernier sens, étale, à partir des Morts, des masses considérables. Elles profilent, au nord-est, les arêtes de Fieraquet, de Carène et mille autres au-dessous desquelles elles s'étendent en côteaux innombrables, en face des Olivières et de Tourris, et remontent ensuite plus à l'est encore, pour former la hauteur du Coudon.

De la crête ou barre de Fieraquet, comme on l'appelle dans le pays, l'Urgonien descend au sud jusqu'à la source de Dardennes. Au milieu de ce trajet, il a un ressaut très marqué, puis deux autres plis ou failles moins importants l'amènent assez près des carrières ouvertes au pied des sables blancs ligériens qui s'élèvent presque perpendiculairement au nord-ouest du Revest et près du village.

Une notable partie de cette vaste surface urgonienne est teintée en Cénomanien dans la carte de M. A. Toucas. Mais la carte géologique de Toulon, de M. M. Bertrand, lui a fait subir presque toutes les modifications nécessaires pour la région que nous étudions.

Dans plusieurs endroits de l'espace qu'il couvre du haut de la barre de Fieraquet à la source de Dardennes, l'Urgonien supporte des sortes d'îlots cénomaniens, quelquefois surmontés eux-mêmes de Ligérien.

Le plus remarquable de tous, se trouve tout-à-fait au-dessous du

point où la barre de Fieraquet, s'abaissant légèrement depuis les Morts, se perd, du côté de l'est, dans celle de Carène. Le Cénomanien et le Ligérien qui le recouvre y sont complètement isolés au milieu de l'Urgonien. A l'ouest un grand sondage de bauxite et, au sud, des traces évidentes de ce minéral, des roches rougies, des quantités de fragments en place, ne laisseraient aucun doute, si l'on pouvait se méprendre, dans la région, sur la nature de la roche urgonienne.

Cet îlot est situé dans la propriété M. Isnard (ancienne propriété A. Arène) qui borde, au nord, la route projetée de Signes, et dans la propriété P. Ortigues qui confine, à l'ouest, à la première. Mais la partie la plus intéressante des couches cénomaniennes est cultivée, au moins d'une culture sommaire, dans la propriété M. Isnard, et elle ne l'est pas dans l'autre.

A sept ou huit cents mètres environ des Morts, et à une centaine de mètres du pied de la barre urgonienne que recouvre un poudingue d'abord compact, puis désagrégé, on voit ce poudingue céder la place à des bancs ligériens de calcaire jaunâtre peu marneux et sans fossiles, d'une épaisseur de 15 à 20 mètres, au-dessous desquels on rencontre d'abord un banc ligérien très marneux et fossilifère, puis les bancs cénomaniens.

L'îlot ligérien-cénomanien est incliné, comme la barre urgonienne, du nord-est au sud-ouest, et malheureusement les bancs fossilifères ne peuvent être explorés comme ils le mériteraient. Ils émergent à peine en effet, et n'occupent qu'une très petite partie de la place prise par la culture au haut de la propriété Isnard presque tout entière située sur le poudingue urgonien désagrégré.

Le banc ligérien fossilifère n'a qu'une très petite épaisseur difficilement appréciable, puisque ses fossiles sont mêlés aux fossiles cénomaniens. Au-dessous de lui et plus marneux encore, complètement délités, les premiers bancs cénomaniens, d'un calcaire blanchâtre, excessivement fossilifère, ont une épaisseur de 8 à 10 mètres. Après eux apparaissent d'autres bancs cénomaniens jaunâtres, d'épaisseur à peu près égale mais de faune beaucoup moins riche. Plus bas se montre un mince Gardonien et quelques Polypiers. Le tout, après avoir traversé, en biaisant, du nord-est au sud-ouest, les deux propriétés, disparaît à la fin de la seconde, à l'endroit où celle-ci est cotoyée par le chemin de la bergerie Prosper Barthélemy. Le poudingue urgonien ou la roche urgonienne teintée de bauxite l'entourent de toute part.

Le Ligérien marneux renferme en abondance *Linthia Verneuili* Desor sp., dont beaucoup d'exemplaires de bonne conservation,

mais il contient aussi quelques *Epiaster meridanensis* Cotteau, quelques *Hemiaster Gauthieri* Peron.

Le premier niveau cénomanien qui lui succède m'a offert une faune tellement riche et, surtout, composée de tant d'espèces encore inconnues dans les couches cénomaniennes du bassin crétacé du Beausset, que la première inspiration de ce travail est venue de cette récolte inespérée.

Voici la liste des espèces recueillies, et elle impose tout d'abord cette remarque importante qu'en raison de l'incontestable mélange qu'on y rencontre des faunes rhotomagienne et carentonienne, de l'absence marquée de Rudistes et de la présence, au contraire, de plusieurs des espèces de l'Algérie, on aurait quelque droit de se croire en face d'un de ces gisements cénomaniens de l'Algérie auxquels M. Peron a démontré, avec tant de preuves à l'appui, qu'on ne pouvait appliquer les divisions du Cénomanien d'Europe :

Neolobites (Ceratites) Vibrayei d'Orbigny, rares mais beaux exemplaires.

Natica subexcavata Thomas et Peron, détermination probable, rare.

Nerinea monilifera d'Orbigny, détermination probable, rare.

Globiconcha ponderosa Coquand, assez rare.

Pterodonta inflata d'Orbigny, assez rare.

Fusus sp. ? assez rare.

Ostrea columba Lamark, très commun.

— *suborbiculata* Lamark, variété striée, assez rare.

— *flabellata* Goldfuss, moins commun que *O. columba*.

— *biauriculata* Lamark, assez commun.

— *olisoponensis* Coq., assez rare mais beaux exempl.

— *africana* Coquand, une douzaine d'exemplaires, presque tous de bonne conservation.

Plicatula Reynesi Coquand, d'une très grande abondance. J'en ai soumis à l'examen de M. Peron une série d'environ 50 très bons exemplaires et ce paléontologiste éminent, qui connaît si bien la faune d'Algérie, a trouvé que cette série montrait des passages tellement évidents de *Plicatula Reynesi* Coquand à *Plicatula batnensis* Coquand, qu'il en était amené à penser que les deux espèces n'en faisaient qu'une ; l'espèce devant garder le nom de *Pl. Reynesi*, le plus ancien.

Lima cenomanensis d'Orbigny, détermination probable, rare.

Pecten virgatus Nilsson, pas trop rare.

— *evanescens* Coquand, pas trop rare.

— *subacutus* Lamk., pas trop rare.

— *elongatus* d'Orbigny, pas trop rare.

Janira Dutrugei Coquand, commun.

— *Dutemplei* d'Orb., exemplaires jeunes, détermination probable : pas trop rare.

Janira phaseola d'Orbigny, rare.
Pinna quadrangularis Goldfuss, détermination très probable : rare.
Arca Trigeri Coquand, détermination probable : rare.
Cardita sp.? rare.
Cardium, voisin de *C. Vidali* Coq., détermination probable : rare.
Radiolites,.... deux exemplaires malheureusement indéterminables comme espèce.
Isocardia aquilina Coquand, variété plus épaisse, moins élargie que le type de Batna, à crochets plus gros et moins rapprochés. On ne peut rapporter qu'à cette espèce les échantillons récoltés: rare.
Arcopagia numismalis d'Orbigny, assez commun.
Dosinia Forgemolli Coq., assez commun.
Panopea striata d'Orbigny, assez rare.
Terebratula phaseolina Lamk., très abondant.
Terebratella Menardi d'Orbigny, très rare.
— *Santonensis* d'Orb., très rare.
Holaster suborbicularis Ag., abondant, et les exemplaires, en général, de bonne conservation.
Hemiaster batnensis Coq., un seul exemplaire à ce gisement. M. V. Gauthier avait déjà rencontré cette espèce dans le Cénomanien de Gueule d'Enfer, près les Martigues.
— *Orbignyi* Des., 6 exemplaires de bonne conservation.
— *bufo* Desor, une dizaine de bons exemplaires.
— *pseudo-Fourneti* Peron et Gauthier, 1 exemplaire incontestable, 6 douteux.
— *Desvauxi* Coq., 1 exemplaire, mais où la bouche est invisible. On affirmerait sans cela.
Archiacia scandalina Agassiz, 4 exemplaires dont l'un très beau.
Echinobrissus. .... indéterminable spécifiquement.
Cottaldia Benettiæ Cotteau, 2 exemplaires bien conservés.
Heterodiadema libycum Cotteau, rare, 2 seuls exemplaires.
Diplopodia variolaris Brong. sp., commun, presque aussi abondant qu'*Holaster suborbicularis*.
Pseudodiadema Guerangeri Cotteau ou *P. tenue* Peron, 1 seul exemplaire.

M. Jacquinet a récolté aussi à Fieraquet, presque toutes ces espèces.

L'abondance de *Plicatula Reynesi*, espèce spéciale jusqu'ici à la faune d'Algérie, et qui n'avait jamais été rencontrée dans les couches cénomaniennes du bassin crétacé du Beausset, rend plus significative la présence des autres espèces d'Algérie recueillies seulement en petit nombre, et semble rendre aussi plus certaine la détermination de celles que leur état de conservation n'a permis de spécifier que d'une façon probable. Elle accentue encore le

mélange des espèces du Cénomanien inférieur et du Cénomanien supérieur qui rend ce gisement de Fieraquet plus semblable à ceux d'Algérie qu'à ceux rencontrés jusqu'à ce jour en Provence.

Au-dessous de ce premier niveau se trouvent d'autres bancs cénomaniens jaunâtres, presque aussi marneux et aussi épais, assez développés dans la propriété P. Ortigues, mais qui ne contiennent que des *Ostrea columba*, *flabellata*, *biauriculata*, la première espèce surtout. Malgré de longues recherches, je n'y ai jamais pu recueillir d'autres espèces. Le petit lit gardonien, qui leur succède, n'a que des fossiles de petite taille et de mauvaise conservation, j'ai récolté au-dessous quelques *Cyclolites spinosa* de Fromentel et *Cycloseris provincialis* Edwards et Haime.

Quand on quitte les propriétés M. Isnard et P. Ortigues, on rencontre immédiatement à la lisière de cette dernière, du côté de l'ouest, un chemin charretier qui descend vers la nouvelle route projetée de Signes. C'est le même qui conduit à la bergerie Prosper Barthélemy et au sondage de bauxite le plus haut du côté des Morts, dans la région du Revest. On marche quelque temps sur l'Urgonien, mais au moment où on va rejoindre la route, on retrouve la bauxite, le Gardonien et, dans une tranchée de la route, à une trentaine de mètres du point où l'on s'y engage, les deux niveaux cénomaniens, et le Ligérien. Là un parapet longe le côté sud de la route à l'endroit appelé Ragadu. C'est une reproduction, en petit, du gisement de Fieraquet. J'y ai récolté de bons échantillons de *Diplopodia variolaris* et de *Holaster suborbicularis*, dans le calcaire marneux blanc supérieur, des *Pecten virgatus*, *subacutus*, beaucoup de Plicatules et d'*Ostrea*. Le gisement de Ragadu m'a offert, seul, trois exemplaires, dont l'un très beau, d'une espèce que Fieraquet n'a pas donnée : *Cidaris rhotomagensis* Cotteau, test.

Le Ligérien y contient, comme à Fieraquet, surtout des *Linthia Verneuili*.

Le gisement de Ragadu est aussi isolé au milieu de l'Urgonien, que l'on retrouve tout autour, sauf au nord. De ce côté les couches ligériennes et cénomaniennes, qui ne font qu'affleurer à Ragadu, remontent, les dernières disparaissant rapidement sous le Ligérien, rejoindre, vers les Morts, la masse ligérienne qui, de ce point, tourne vers le sud-ouest.

Si, au lieu de parcourir la nouvelle route de Signes qui, de Ragadu, conduit au village du Revest par de nombreux tournants et qui entame longtemps l'Urgonien, on suit, vers le nord, la direction des bancs cénomaniens et ligériens qui émergent à

Ragadu, mais sont bientôt couverts par les pins et les broussailles, on parvient, à moins de 100 mètres plus haut, à un sentier qui va rejoindre à l'ouest le chemin qui, des Morts, descend au village du Revest. A la rencontre précise de ce chemin, l'Urgonien réapparaît au delà du Ligérien qui vient de Ragadu mais bien au dessus de lui par le grand ressaut pli ou faille, dont j'ai parlé, formant une sorte d'arête horizontale dont les flancs sont creusés de nombreuses carrières d'exploitation de la roche urgonienne et que coupe, beaucoup plus bas, la route de Signes. De cette même jonction de chemins et de sentiers, on aperçoit alors très bien la pente de Fieraquet et son gisement entouré d'Urgonien. Si l'on se retourne du côté du village, au sud-ouest, on a, à sa gauche, la suite du chemin qui vient des Morts, chemin tracé jusque là dans le Ligérien, mais où à partir d'ici, émergent les têtes de roches urgoniennes, à sa droite la masse ligérienne qui vient toucher l'Urgonien à quelques pas, et devant soi, un nouveau sondage de bauxite pratiqué tout à côté du carrefour. Ce sondage a été fait à la plus haute de quelques restanques d'oliviers appartenant à M. L. Pomet, et n'a donné qu'une petite quantité de minerai, abondonné sur place. Si, en se tenant à la lisière de l'Urgonien, on descend les restanques d'oliviers qui vont en s'élargissant, on trouve plus bas dans la première restanque plantée de vignes (propriété H. Castellan), un autre sondage plus important de bauxite.

Après la bauxite du haut comme après celle du bas, si l'on recoupe les couches, on retrouve la faune saumâtre, surtout dans les déblais des sondages, puis des bancs de calcaire grumeleux, jaunâtres et bleuâtres sans fossiles et enfin des bancs semblables à *Ostrea* surtout *flabellata*. Si l'on s'avance toujours à travers les couches, on voit bientôt réapparaître, immédiatement après ces bancs à *Ostrea*, et à moins de 200 mètres de celui qu'on a laissé derrière soi, un nouvel Urgonien plus haut de quelques mètres que les bancs à *Ostrea* auxquels il succède.

Il n'a pas dans ce dernier pli, plus de 50 mètres d'épaisseur, et, de nouveau après lui, dans la propriété Teisseire, on voit les roches teintées de rouge éclatant, de nombreux fragments de bauxite en place ou épars, puis, faisant suite à une couche très peu épaisse à Polypiers, un nouveau Gardonien, qui mérite une mention spéciale.

Il a une épaisseur de 10 à 12 mètres et constitue, avec le gisement de Tourris, les deux plus importants gisements que l'on connaisse de la faune gardonienne de la région.

Les espèces déterminables qu'on y rencontre sont :

Melania subcorrugata Cossmann, abondant.

Plusieurs espèces de *Cyclas*, des *Unio*, des *Cyrena* de plusieurs espèces également, mais de détermination spécifique difficile.

Enfin une espèce nouvelle et très remarquable de *Melanopsis* dont j'ai recueilli plusieurs beaux exemplaires.

Au Gardonien succèdent des bancs de calcaire gris jaunâtre, grumeleux et marneux d'abord, puis de plus en plus compacts, de 8 à 9 mètres d'épaisseur, à *Ostrea flabellata* très abondant, puis un banc de calcaire blanchâtre, d'un mètre au plus, pétri d'*Ostrea columba*, dans lequel j'ai recueilli deux exemplaires de très grande taille d'*Hemiaster batnensis*, quelques *Holaster suborbicularis* et trois ou quatre Plicatules.

Sept à huit mètres de calcaire blanc très compact, où, malgré de nombreuses recherches, je n'ai pas rencontré les traces d'un seul fossile, mais qui ont toute la physionomie du Cénomanien à Caprines d'Orvès, recouvrent le banc à *Ostrea columba*, et viennent butter, semble-t-il contre le Ligérien, à moins qu'une dénudation, qui paraît avoir été considérable sur ce point, dans les bancs de ce dernier, ne puisse expliquer la différence actuelle de niveau.

Tout cet ensemble des couches cénomaniennes de la propriété Teisseire qui traverse au sud, à l'exception peut-être du Cénomanien supérieur, la route de Signes venant de Ragadu et tracée jusque là dans l'Urgonien, remonte au nord, vers la propriété de M. Vidal, au lieu dit Foncevierre, qui est déjà dans le Ligérien, les couches s'amoindrissant et disparaissant peu à peu les unes sous les autres à la rencontre de la masse ligérienne. L'inclinaison des couches cénomaniennes, qui s'élargit lentement depuis celles des propriétés Pomet et Castellan, arrive à être à la propriété Teisseire, celle du Ligérien et de l'Angoumien qui sont à la base de Caoume.

Un petit lambeau cénomanien se montre au-dessus et non loin de la source de Dardennes, du côté du Revest, entre l'Urgonien et le Ligérien. On y trouve la bauxite, un petit lit gardonien très pauvre en fossiles, des calcaires grumeleux sans fossiles, des marnes et des calcaires à *Ostrea flabellata*, où j'ai recueilli aussi quelques *Janira Dutemplei*, enfin des calcaires très compacts avec, particularité remarquable pour le mélange des espèces cénomaniennes, des *Ostrea carinata* incrustés dans la roche dure. Je n'ai jamais trouvé un seul Oursin dans ce Cénomanien.

Enfin de la source de Dardennes, mais du côté opposé au village, on peut, avec quelques disparitions sous le Ligérien, suivre le Cénomanien jusqu'au château de Tourris. Il y est encore au-dessus

de l'Urgonien, de la bauxite et du Gardonien. Les travaux de la Compagnie des Eaux de Toulon ont rencontré et extrait ces deux derniers en quantité.

Le Cénomanien marin de Tourris n'a rien de remarquable, mais les bancs gardoniens y sont au moins aussi développés que dans la propriété Teisseire, au Revest, et les fossiles assez bien conservés y abondent.

La faune est la même qu'au Revest. Il y a, en outre, une espèce de *Glauconia*, dont les exemplaires sont difficiles à déterminer spécifiquement.

Les *Cyclas* y sont plus abondants et bien mieux conservés. Une espèce est très voisine de *Cyclas galloprovincialis* Matheron.

Au-dessus, dans les bancs marins et jusqu'au Ligérien, je n'ai recueilli que des *Ostrea flabellata*, quelques *O. columba*, quelques *Janira*, mais jamais non plus aucun Echinide.

II — Couches du Val d'Aren

Je n'ai que quelques mots à dire du Cénomanien du Val d'Aren, relié aux couches de même étage du Revest, par celles des Garniers, de Cimaï et des environs de Sainte-Anne d'Evenos.

La faune y est très pauvre et plutôt encore par la qualité, que par l'absence proprement dite des fossiles. Elle est toute différente de celle du Revest. On n'y rencontre que des espèces rhotomagiennes, Echinides ou autres, et pas un seul débris d'*Ostrea* de n'importe quelle espèce, qui puisse indiquer l'horizon supérieur.

Dans son mémoire, M. A. Toucas croit y avoir reconnu deux au moins des assises de son Cénomanien inférieur de Cassis et de la Bedoule, les plus profondes. Je ne suis pas complètement de son avis. Je crois que les espèces y sont réparties d'une façon un peu différente qu'à l'ouest du bassin crétacé, et qu'on ne peut établir d'identité absolue entre les deux extrémités du bassin, bien qu'il y ait une incontestable similitude.

Dans les environs de la propriété La Toulousane, qui est, pour ainsi dire, à l'entrée du Val d'Aren, du côté de Sainte-Anne d'Evenos, j'ai récolté, sur le bord même du chemin qui traverse le Val d'Aren, en allant rejoindre la route du Beausset à Ollioules, une très grande quantité de radioles de *Cidaris Sorigneti* Desor, dans un grès jaune très friable qui n'a aucun correspondant à Cassis ou à la Bedoule.

Un peu avant d'arriver au pied même du Grand-Cerveau, j'ai trouvé dans des grès gris blanchâtres, au contact même des

sables ligériens, des masses d'Echinides si roulés qu'on ne peut plus guère appeler de tels échantillons que des moules d'Echinides. On peut y reconnaître cependant la forme de la plupart des espèces du Rhotomagien de Cassis et de la Bedoule, de cette dernière localité surtout :

Holaster subglobosus Agassiz.
d'autres *Holaster*, sans doute *suborbicularis*.
Oolopygus Bargesi d'Orbigny.
des *Pyrina*, des *Echinoconus*.
Holectypus crassus Cotteau, etc.

Ces grès existent tout le long du Val d'Aren, à la limite même du Ligérien, mais ils sont presque partout couverts par la végétation. Cependant, sept ou huit cents mètres avant d'arriver sous la caverne de l'Homme sauvage, « l'hommè-fa », ils sont à peu près nus et on peut y faire d'amples moissons de ces Echinides roulés.

Ces grès, je l'ai dit, confinent aux sables ligériens, ils forment donc là le plus haut niveau cénomanien. Au-dessous d'eux, en montant vers l'Aptien, j'ai récolté, dans un calcaire gris compact, vers l'extrémité ouest du Val d'Aren, plusieurs bons exemplaires de *Codiopsis doma* Agassiz, plusieurs *Discoïdea subuculus* Klein et un *Pyrina* aff. *Bargesi* d'Orbigny.

Enfin tout-à-fait près de la route du Beausset à Bandol, dans les dernières roches cénomaniennes qui sont en face de la ferme La Corse, avant le ruisseau, j'ai pu recueillir de nombreuses espèces. C'est un calcaire gris foncé qui, autant qu'on peut en juger, doit être là le dernier terme cénomanien. A sa partie supérieure placée le plus bas, puisqu'au Val d'Aren les couches sont renversées, il est déjà d'une grande dureté, mais encore abordable au marteau. Il m'a offert beaucoup d'exemplaires d'une grosse Térébratule, souvent très bien conservée, qu'on ne peut rapprocher que de *Terebratula biplicata* Defrance, dont elle paraît être une variété de taille et de forme assez anormales. Il est juste d'ajouter que Davidson a réuni *T. biplicata* à *T. Dutemplei*, à laquelle ressemble beaucoup aussi cette Térébratule.

En se rapprochant de l'Aptien, le calcaire devient d'une compacité très grande, à laquelle on ne peut guère comparer, dans la région, que celle du banc ferrugineux des Lombards, à Cassis, et malheureusement c'est là que se trouvent les plus nombreux fossiles, qu'on ne peut extraire qu'en les brisant comme à Cassis.

J'ai pu cependant obtenir en assez bon état :

Ostrea carinata Lamark, assez abondant.
Pecten asper Lamark, un seul exemplaire.
Terebratula (Kingena) Heberti d'Orbigny, rare.
Terebirostra lyra d'Orb., commun. J'ai recueilli aussi cette espèce à la Bedoule, quoique M. A. Toucas ne l'y mentionne pas dans son mémoire.
Rhynchonella Cuvieri d'Orb., abondant.
— *Lamarki* d'Orbigny, moins abondant.
Discoïdea subuculus Klein, rare.
Anorthopygus orbicularis Cotteau, un seul exemplaire.
Peltastes acanthoïdes Agassiz, un seul exemplaire. Détermination non certaine mais très probable.
Cidaris vesiculosa Goldfuss, rare.
— *Sorigneti* Desor, pas trop rare.

Les grès jaunes des environs de La Toulousane, qui m'ont paru confiner en ce point à l'Aptien sont sans doute l'équivalent de ce niveau.

Quelques uns des fossiles du calcaire compact qui avoisine la route de Bandol sont ferrugineux, et leur couleur, comme l'extrême dureté de la roche donnent à ce gisement une ressemblance avec celui de Cassis quoique sa faune ressemble surtout à celle de la Bedoule.

SUR L'ALIMENTATION DES VILLES EN EAU POTABLE PAR LA MÉTHODE DES SOURCES ARTIFICIELLES

Résumé de la conférence faite a la Société géologique de France

par M. **Léon JANET.**

Les sources alimentées par des nappes dont le gisement géologique se trouve dans des terrains fissurés, spécialement dans des calcaires, sont exposées à de nombreuses causes de contamination. — On peut améliorer la qualité de ces sources, dites vauclusiennes, par de bons ouvrages de captage, et des travaux de protection ayant pour but d'empêcher l'arrivée directe, à la nappe souterraine, de grosses masses d'eau contaminée, mais il est très difficile d'obtenir une eau présentant toutes les garanties désirables.

Ce sont des sources alimentées par des nappes circulant dans des sables fins qui peuvent seules être mises à l'abri de toutes les causes de contamination.

Malheureusement, il n'y a pas de grosses sources sortant des couches de sables fins; ceux-ci, en raison de leur nature éboulеuse, ne permettent pas la formation des larges canaux souterrains, qui seraient nécessaires à un grand débit.

Si le volume d'eau obtenu par un mètre de galerie captante pratiquée dans les sables fins est toujours restreint, cela résulte de ce que l'alimentation de la nappe par les précipitations atmosphériques est faible dans nos régions.

Mais si l'on vient à déverser artificiellement, dans le périmètre d'alimentation, un volume d'eau beaucoup plus grand que celui fourni par les pluies, on recueillera dans la galerie un volume d'eau bien supérieur à la quantité primitivement fournie.

Il est prudent, lorsqu'on le peut, de choisir une nappe à déversement périphérique; dans une butte isolée, constituée à la partie supérieure par une puissante couche de sable, reposant sur une couche d'argile. L'affleurement de cette couche d'argile forme une courbe fermée, et tout le long de cette ligne d'affleurement, se trouve un cordon de petites sources. Si l'on vient à déverser par petits filets une grande quantité d'eau au sommet de la colline le debit des sources naturelles augmentera et de nouvelles sources apparaîtront au voisinage de la ligne d'affleurement.

Il y aura donc trois éléments essentiels à considérer : 1° un *appareil distributeur* répartissant l'eau en petits filets sur toute la surface de la butte ; 2° un *appareil filtrant*, constitué par une couche naturelle de sables fins assez puissante pour présenter toute garantie pendant une longue suite de siècles, et reposant sur une couche argileuse ; 3° un *appareil collecteur* comprenant une galerie de captage établie à la base de la couche sableuse.

L'eau à déverser sera simplement empruntée à la rivière voisine et élevée au sommet de la butte ; on la distribuera au moyen d'un réseau de conduites de dimensions décroissantes, en cherchant à imiter le plus possible le phénomène de la pluie. On la fera absorber par le sable dans de petits bassins quand celui-ci affleurera ou des puisards arrivant jusqu'au sable, lorsqu'il sera recouvert par une couche imperméable. Il ne devra arriver à chaque point d'absorption qu'un volume d'eau extrêmement faible.

Comme couche filtrante, on doit choisir un sable marin très fin, bien constant comme grosseur de grain, ne contenant pas d'intercalations argileuses. On ne fera passer à travers le sable qu'une tranche annuelle décuple de celle que donnent les précipitations atmosphériques, soit 7 à 8 mètres par an.

La couche argileuse, sur laquelle repose le sable devra être

rigoureusement imperméable ; autrement l'eau passerait dans des couches inférieures, et pourrait ne ressortir que très loin du point d'absorption.

Les bassins ou puisards se colmateront au bout d'un certain temps : il en faudra donc un double jeu, l'un en fonctionnement, l'autre en réparation.

L'exécution de la galerie captante dans les sables boulants présentera de grosses difficultés techniques ; celles-ci ne paraissent cependant pas insurmontables, puisque certaines villes s'alimentent au moyen de galeries de cette nature. La galerie, qui se trouvera au voisinage de la ligne d'affleurement de la couche d'argile, pourra d'ailleurs être exécutée avant que le déversement d'eau ait été commencé.

L'eau aura à la sortie une température voisine de celle des eaux de sources, pourvu que l'épaisseur de la tranche annuelle d'eau absorbée, soit beaucoup moindre que l'épaisseur de la couche de sable. Elle sera donc à la fois fraîche et aseptique.

La méthode n'a rien de commun avec celle des bassins filtrants, où l'on peut passer à travers le sable, un volume de 700 à 800 mètres cubes par mètre carré. Les bactéries passent en assez grand nombre, et l'eau fournie a la température des eaux de rivières.

La ville de Paris se trouve dans des conditions très favorables pour l'application de la méthode. Il existe, en effet, au nord de la capitale une série de buttes formées de sables de Fontainebleau reposant sur les marnes à Huîtres.

En choisissant la plus grande de ces buttes, la butte de Montmorency, on obtiendrait facilement les cinq mètres cubes par seconde, qui sont réclamés comme complément d'alimentation.

Les sables de Fontainebleau, d'une épaisseur de 50 mètres, sont surmontés de 5 à 6 mètres de meulières de Beauce et reposent sur les marnes à Huîtres, les glaises vertes et les marnes supra-gypseuses, formant une série imperméable d'une vingtaine de mètres d'épaisseur.

L'eau à déverser sur la butte peut être empruntée à la rivière d'Oise, qui coule à une faible distance de là. On pourrait établir sur le sommet des puisards d'absorption, en damier, distants de 50 mètres, au nombre de 8000, et absorbant chacun un volume de 5/8 de litre par seconde.

L'eau, après filtration, serait encore à une altitude suffisante pour être distribuée.

Il serait très désirable qu'une municipalité consentît à s'imposer les sacrifices nécessaires pour faire l'application de la méthode.

M. **Imbeaux** rappelle que c'est l'ingénieur allemand Thiern qui a eu le premier l'idée de créer des nappes souterraines artificielles : en 1888, il présentait un projet de ce genre pour Stralsund qui ne l'adopta pas, mais un peu après il put réaliser son idée à Essen, sur la Ruhr. En Suède, M. Richert, dans une brochure spéciale, a exposé la question et décrit les travaux faits à Uddevalla et à Gothenbourg : il est regrettable que tout cela soit passé à peu près inaperçu à l'Exposition de 1900.

M. Imbeaux a exécuté en 1899 un renforcement artificiel de la nappe des alluvions de la vallée de la Moselle, captée à Messein par une galerie filtrante alimentant Nancy : l'eau de la rivière a été amenée à 25 ou 30 mètres au-delà de la face arrière de la galerie et déversée dans le gravier par les barbacanes d'un aqueduc débitant parallèle à la galerie : de plus, pour assurer une meilleure filtration on a intercalé une tranche de sable fin de 2 mètres à 3 m. d'épaisseur. Le colmatage de ce sable a été rapide et il faut songer à le remplacer, mais l'augmentation de débit de la galerie a été très notable et la qualité de l'eau a été au moins égale à ce qu'elle était précédemment. La ville de Chemnitz avait aussi opéré un renforcement de la nappe alimentant ses puits filtrants, mais elle a aussi constaté un colmatage rapide. Il faut en conclure qu'il y aura grand intérêt à obtenir la clarification préalable des eaux à amener dans les bassins d'infiltration, soit en les laissant se déposer dans des bassins de sédimentation, soit en les faisant passer dans des filtres dégrossisseurs.

M. **H. Boursault.** — Quelle que soit l'importance de la suralimentation de la nappe contenue dans les sables de Fontainebleau, je crois que l'on peut compter sur l'imperméabilité pratiquement absolue des marnes et argiles sous-jacentes, malgré les dislocations si fréquentes de ces couches. J'ai signalé à ce point de vue, dans mon travail sur la recherche des eaux, la grande différence qui existe entre les roches dures et les marnes ou argiles :

Les roches dures et compactes se brisent et donnent des fractures d'autant plus nettes, que la cohésion et la dureté sont plus grandes ; les canaux ainsi formés restent libres et éminemment propres à la circulation de l'eau. Au contraire, avec les roches grasses, peu cohérentes et surtout plastiques, les fragments se resserrent et bouchent les fissures au fur et à mesure de leur formation. Les argiles subissent ainsi des plissements et des fractures importantes sans donner lieu au moindre passage d'eau ; elles sont donc presque toujours un support parfait pour les nappes.

Pour la suralimentation des nappes d'eau dans les sables, je

crains, comme M. Imbeaux, qu'il n'y ait de graves difficultés produites par le colmatage ou d'une façon plus générale par diminution de la perméabilité primitive.

Les éléments des sables, dans les parties situées hors de la nappe peuvent en effet être enrobés dans des parcelles plus ou moins argileuses qui, une fois imbibées, se délayent, se déplacent et bouchent les canaux. Avec les sables de Fontainebleau, ce danger est évidemment très faible, mais le simple transport des fragments cristallins les plus fins amènera certainement l'obstruction lente, mais cependant très sensible des vides primitifs.

Il peut ainsi se produire un colmatage assez rapide avec les eaux les plus limpides.

M. G. **Dollfus** pense que la principale objection au projet de M. Janet est d'ordre technique ; la difficulté de construction pour les galeries collectrices des eaux filtrées lui paraît très grande. Aucune des méthodes employées jusqu'ici ne lui paraît applicable aux nombreux kilomètres à développer au flanc des collines sableuses : ni les fascines des Hollandais, ni les lames de verre de M. Putzeys, ni les vases poreux de M. Lippmann, ni les récents siphons, ne lui paraissent répondre à un programme pratique. C'est supposer résolue la question des « sables boulants » à l'étude chez nos confrères belges, et qui paraît si difficile. Au point de vue de l'infiltration il y a lieu de tenir compte également de la composition très différente des eaux pluviales et des eaux de rivière. Les eaux atmosphériques sont chargées d'oxygène et d'acide carbonique, elles ont un pouvoir chimique très actif, tandis que les eaux de l'Oise sont chargées de carbonate de chaux et d'azote et se présentent comme conservatrices. Les eaux ne paraissent se grouper en rivières qu'après avoir épuisé leur pouvoir agressif et modificateur.

M. **Babinet** dit que la méthode sera très chère dans son application, et que l'exécution de la galerie captante présentera de sérieuses difficultés. Il est improbable qu'aucune municipalité puisse faire un essai de ce genre, car M. Janet n'ignore pas que le moindre serait terriblement coûteux. Il jugerait beaucoup plus économique, et au moins aussi sûr, de filtrer artificiellement les eaux des sources vauclusiennes, si l'on veut éviter à tout prix le risque des maladies d'origine hydrique. Cette opération ne diminuerait guère leur fraîcheur.

M. **Bigot** craint que dans la pratique le colmatage dont on vient de parler ne soit un sérieux inconvénient pour l'épuration des

eaux qui parviendront aux sources artificielles. Cette épuration est un phénomène chimique, accompli par des microorganismes fonctionnant dans des conditions d'existence très étroites ; il est à craindre que le colmatage ne modifie ces conditions d'une manière défavorable.

M. **Janet** répond que le colmatage des points d'absorption ne se produira qu'après un temps assez long, si la quantité d'eau à absorber est faible. Quant aux difficultés d'exécution de la galerie collective, et de captage de l'eau, elles sont sérieuses, mais peuvent être surmontées.

M. **Boursault** dit qu'en effet la difficulté du captage des eaux dans les sables est classique et que M. Janet a raison d'y voir non pas un obstacle insurmontable, mais une difficulté pour l'application de la méthode des sources artificielles qu'il préconise.

Dans le nord de la France et en Belgique, les accidents et les échecs de forages exécutés dans les sables landéniens sont fréquents.

Je peux également citer quelques faits typiques aux environs même de Paris, vers le nord.

Quand on examine, dans cette région, l'allure de la nappe puissante supportée par l'argile plastique, on voit que son niveau piézométrique recoupe successivement les diverses formations supérieures, par suite du plongement général vers Paris.

Or, à la station de Survilliers, l'eau rencontrée à 35 mètres du sol dans les sables du Soissonnais ne peut être extraite que lentement, à raison de 3 mètres cubes à l'heure.

A la gare de Villiers-le-Bel, le niveau piézométrique est à 17 m. dans les sables de Beauchamp ; un ancien puits fournissait péniblement 4 m. cubes avec entraînement de sable. Dans une nouvelle installation, à quelques mètres de la première, j'ai fait arrêter le puits à grande section avant le niveau de l'eau et continuer ensuite par un forage étanche dans toute la traversée des sables, et librement ouvert jusqu'au calcaire grossier moyen sur lequel on s'est arrêté. Dans ces conditions, le résultat a été excellent, le débit, en eau absolument exempte de sable, est de 20 m. cubes à l'heure avec une dénivellation de moins de 2 mètres.

Le Président remercie M. Léon Janet de la conférence si intéressante qu'il vient de faire. La connaissance du sol de la France est maintenant assez avancée pour qu'il soit possible de rechercher les applications pratiques de la géologie. On doit savoir gré à M. Janet d'être entré, l'un des premiers, dans une voie qui promet de mener à d'importants résultats.

Séance du 16 Décembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Max Le Couppey de la Forest,** Ingénieur-agronome, Secrétaire de la Commission d'études des eaux, présenté par MM. Van den Broeck et Léon Janet ;

Maxime Bourdon, présenté par MM. Van den Broeck et Léon Janet.

Le Président communique à la Société une circulaire de l'*Académie des sciences, arts et belles-lettres de Caen*. L'Académie met au concours, pour le *prix Le Sauvage* (2000 francs) à décerner en 1904, le sujet suivant : « Etudier, au point de vue de l'origine et du gisement en Normandie, une ou plusieurs substances minérales susceptibles d'exploitation ». Les mémoires, rédigés en français, devront être envoyés au Secrétaire au plus tard le 31 décembre 1903. Chaque mémoire, non signé, portera une devise qui sera répétée sur un pli cacheté contenant le nom et l'adresse de l'auteur.

M. **Albert Gaudry** met sous les yeux de la Société des représentations de l'Okapi, communiquées par M. Ray Lankester. Ce sont des photographies de deux crânes et un dessin colorié du curieux animal de l'Ouganda, remonté, d'après les instructions de l'éminent directeur du British Museum, avec les pièces envoyées par Sir Harry Johnston. M. Albert Gaudry présente en même temps le dessin du squelette de l'*Helladotherium* de Pikermi pour qu'on puisse comparer l'animal miocène avec son survivant actuel, légèrement modifié.

M. Douvillé offre à la Société, de la part de l'auteur, M. **G. de Angelis d'Ossat**, une note *Sur une forme singulière d'une colonie d'*Aspidiscus cristatus *Kœnig*, sp. (Extr. Feuille des Jeunes Naturalistes).

M. **de Lapparent** annonce que, dans sa séance de ce jour, l'Académie des Sciences a décerné le prix Delesse à M. Gaston Vasseur, pour l'ensemble de ses beaux travaux sur les terrains tertiaires de l'Aquitaine et du Languedoc.

M. G. **Dollfus** présente au nom de M. Ph. **Dautzenberg** et en son nom une brochure intitulée :

Nouvelle liste des Pélécypodes et des Brachiopodes fossiles du Miocène moyen du Nord-Ouest de la France.

C'est une simple liste extraite du *Journal de Conchyliologie*, comme dernier appel fait à leurs confrères, qui voudraient bien communiquer aux auteurs les documents et les fossiles qu'ils possèdent du Miocène de la Touraine et de l'Ouest, avant la mise à l'impression d'un mémoire paléontologique, plus développé sur le même sujet, qui est actuellement fort avancé.

M. **Haug** dépose la note suivante : *Sur le pli couché des Diablerets.*

Dans un remarquable travail intitulé « Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales », que les « Annales de Géographie » ont récemment publié, M. Maurice Lugeon, entre autres questions relatives à la tectonique des Alpes occidentales, discute également « l'accident géologique qui fait que le pli de Morcles est relayé par la haute masse des Diablerets ». L'explication qu'en donne mon excellent collaborateur et ami, m'oblige à une revendication de priorité dont je me serais certainement dispensé s'il ne s'agissait pas d'un accident tectonique dont l'interprétation — donnée par moi dès 1894 — modifie du tout au tout la notion, adoptée précédemment par tous les auteurs, de la continuité des Hautes Chaînes calcaires de la Savoie avec celles de la Suisse.

D'après M. Lugeon [1], le relaiement des plis du massif de Morcles par ceux du massif des Diablerets « a été expliqué par deux hypothèses : disparition des plis sous un nouveau régime de plis perpendiculaires, provenant de l'intérieur des Alpes (Haug, *C.-R. somm. Soc. géol.*, 24 juin 1895) ; pli transversal accusé jusqu'au pli-faille (Lugeon, *la Région de la Brèche du Chablais*, p. 232) ».

« Je crois aujourd'hui », continue M. Lugeon, « que la masse des Diablerets doit être considérée comme un vaste pli couché, qui vient se superposer à celui de Morcles au point où ce dernier s'abaisse. La direction N.-S. des affleurements dans le Val de Treiscœurs n'est due qu'à l'érosion et au fait que la nappe du pli couché des Diablerets plonge vers le N.-E., comme celle de Morcles. Dans ces conditions, la nappe des Diablerets a dû anciennement recouvrir une bonne partie de celle de Morcles, bien au-delà, vers l'ouest, de ses limites actuelles, déterminées par cette grande entaille concentrique qui sépare les deux massifs ».

1. *Ann. de Géogr.*, 10e année, p. 415.

M. Lugeon abandonne donc maintenant son ancienne interprétation du « pli transversal accusé jusqu'au pli-faille ». J'en suis d'autant plus heureux que celle à laquelle il arrive *aujourd'hui* est en réalité identique avec ma manière de voir. Il s'en serait certainement rendu compte, si, au lieu de citer une des notes préliminaires dans lesquelles j'ai exposé très sommairement mon idée du relaiement [1], il avait lu les quelques pages, accompagnées d'une carte schématique, que j'ai consacrées à la question dans mes « Études sur la tectonique des Alpes Suisses » [2]. Il y aurait trouvé notamment, les deux passages suivants, qui ne laissent, je crois, planer aucun doute sur mon interprétation :

« Le pli (de la Lizerne et des Diablerets) étant très couché, les bandes de terrains qui représentent l'affleurement de son flanc normal sont presque horizontales : celle qui correspond au Jurassique supérieur peut être suivie vers l'ouest jusqu'au Vélard, au-dessus d'Anzeindaz ; la bande de Néocomien s'étend jusqu'aux Rochers du Vent ; celle de l'Urgonien, jusqu'au sommet principal des Diablerets (3251 m.). A l'ouest de ce sommet nous nous trouvons dans la région de la charnière anticlinale...

L'anticlinal des Diablerets est donc couché sur une très grande largeur ; il s'étend par dessus la zone du Néocomien à Céphalopodes, qui s'introduit comme un coin entre les Diablerets et le Muveran ; il s'étend aussi sur la zone triasique et jurassique de Bex, qu'il recouvre au sud de Taveyannaz ».

Ainsi donc, j'ai non seulement indiqué, dès 1894, le relaiement des plis de Morcles-Muveran par un faisceau de plis plus interne, mais j'ai établi également que le plus extérieur de ces plis, celui de la Lizerne et des Diablerets, se déverse vers l'ouest, par-dessus plusieurs éléments tectoniques distincts. Comme, depuis quelques années, on attache une importance de plus en plus grande à l'empilement, dans les zones extérieures des Alpes, de plis couchés dont la racine est située plus en arrière, j'ai tenu à rappeler que, en ce qui concerne les Diablerets, j'ai été le premier à donner une interprétation que M. Lugeon adopte pleinement aujourd'hui et qui entraîne la conclusion que les Hautes Chaînes calcaires Suisses constituent le prolongement tectonique de la zone du Briançonnais.

1. Ni dans la note citée par M. Lugeon, ni dans deux notes précédentes (*C.-R. somm. Soc. géol.*, 19 mars 1894, et *C.-R. Ac. Sc.* du même jour) je n'ai parlé de « disparition des plis sous un nouveau régime de plis *perpendiculaires* ».

2. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 558-564, 1896.

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

La Commission a vérifié les comptes présentés par le Trésorier pour l'année 1900, ils sont reproduits dans le tableau A, rapprochés des chiffres correspondants pour 1899 et des prévisions pour 1901 ; un second tableau B résume l'ensemble des opérations effectuées par la Société pendant l'année 1900.

Recettes

Les revenus ordinaires sont en augmentation de 283 fr. 75, par suite du placement de fonds résultant du legs Prestwich ; cette augmentation n'aura tout son effet qu'en 1901. La plus-value des cotisations arriérées signalée l'année dernière, a eu pour conséquence une diminution notable sur le chiffre correspondant de 1900, qui retombe au-dessous de celui de 1898. Les cotisations courantes sont en progrès depuis deux ans, il en est de même des cotisations anticipées qui ont remonté cette année de 390 francs; on ne peut tirer aucune conclusion bien ferme de ces oscillations, qui en fait sont très irrégulières. Si l'on fait le décompte des cotisations qui se rapportent effectivement à l'exercice 1900, on voit que leur nombre est inférieur de 10 à celui de l'exercice précédent : la diminution du nombre des membres déjà bien souvent signalée est donc loin d'être enrayée, comme on avait pu le croire un moment.

Les droits d'entrée sont retombés au chiffre très bas de 260 francs.

Les recettes provenant de la vente du Bulletin, sont par contre en progression assez notable, près de 500 francs ; mais la vente des Mémoires de Paléontologie continue à faiblir.

Au total les recettes ordinaires sont en augmentation de 461 fr. 35 sur celles de 1899.

Dépenses

Abstraction faite du loyer, les frais généraux ont passé de 4.317 fr. 33 à 4.528 fr. 25 ; ils présentent ainsi une légère augmentation de 210 fr. 92. La dépense de loyer s'est abaissée de 4.408 fr. 80 à 2.202 fr. 45 ; mais c'est un gain tout fortuit, et qui résulte uniquement du jeu des loyers d'avance, résultant de l'expiration de l'ancien bail. Il n'en est pas moins arrivé fort à propos pour

compenser une partie des dépenses de la nouvelle installation.

Par contre les dépenses d'impression du Bulletin ont atteint un niveau anormal et manifestement exagéré. Nous disions l'année dernière qu'il était prudent de ne pas dépasser le chiffre de 8.500 francs ; or les frais d'impression du Bulletin seul (t. XXVIII) se sont élevés à 10.509 fr. 35 (dont 4.094 fr. 05 pour les planches et dessins dans le texte), et dans cette somme n'est pas comprise la réunion extraordinaire du tome XXVII, qui doit être comptée dans la même année. Les frais correspondants étaient évalués à 1500 francs, ce qui portera la dépense totale de frais d'impression du Bulletin à environ 12.000 francs, soit une augmentation de 3.500 francs sur le chiffre de 1899. Cette augmentation est tout à fait hors de proportion avec les ressources réelles de la Société, et il est nécessaire d'appeler tout particulièrement sur ce point l'attention du Bureau, de la commission du Bulletin et du Conseil.

Nous devons signaler également le retard fâcheux et tout à fait anormal apporté à l'impression de la réunion extraordinaire ; c'est la première fois depuis nombre d'années, qu'il n'a pas été possible de faire figurer cette dépense dans le budget correspondant. Il faut espérer qu'il ne s'agit que d'un fait tout exceptionnel et qui ne se reproduira pas à l'avenir.

Le Compte-rendu sommaire avait diminué l'année dernière de 200 francs, et nous avions fait honneur de cette diminution au zèle de nos Secrétaires. Cette année la dépense a augmenté de 376 francs, c'est-à-dire qu'elle a presque doublé, et cependant nous avons tout lieu de penser que le zèle de nos Secrétaires n'a aucunement faibli ; c'est l'abondance des communications faites à nos séances qui est la seule cause de cette augmentation.

Le chapitre des Mémoires de Paléontologie est cette année complètement vide. Malgré tous les efforts du Bureau et du Conseil, cette publication n'arrive pas à reprendre sa marche normale ; les conséquences fâcheuses du traité Carré et Naud s'exagèrent de plus en plus ; nous attendons toujours la fin du tome IX et les insuffisances de recettes à la charge de la Société, qui étaient de 900 francs environ pour le tome VIII sont prévues de plus de 1.200 francs pour le tome IX. De ce fait, une double charge s'imposera à l'exercice 1901, qui aura à faire face non seulement à la liquidation du tome IX, mais encore à l'impression du tome X. Du reste une partie seulement des dépenses afférentes à ce dernier volume incombera à l'exercice en cours, par suite des retards difficiles à éviter dans l'organisation du nouveau régime de publication directe, adopté par la Société.

A

Comptes de 1900 et projet

RECETTES	1899	PRÉVUES pour 1900	1900	PRÉVUES pour 1901
1° Ordinaires				
Revenus nets	4.860,15	4.900 »	5.089,90	5.090 »
Cotisations arriérées	830 »	600 »	390 »	450 »
» courantes	10.290 »	10.200 »	10.380 »	10.350 »
» anticipées	750 »	900 »	1 140 »	1.050 »
Droits d'entrée	540 »	500 »	260 »	300 »
Divers et dons	106 »	»	410 »	100 »
	17.376,15	17.100 »	17.669,90	17.340 »
2° Vente des Publications				
Bulletin et tables	2.775,95	2.800 »	3.279,85	3.000 »
Mémoires de Géologie	245,10	300 »	169,40	200 »
» de Paléontologie	220 »	200 »	»	»
Ouvrages de Fontannes	124,05	100 »	83,45	100 »
Souscription ministérielle	1.000 »	1.000 »	1.000 »	1.000 »
	4.365,10	4.400 »	4.532,70	»
Total des Recettes	21.741,25	21.500 »	22.202,60	»
Frais généraux à retrancher	8.726,13	9.800 »	6.730,70	»
Dotation des publications	13.015,12	11.700 »	15.471,90	»
En caisse au commencement de l'exercice	1.599,79	2.300,76	2.300,76	»
Aliénation de capital	»	»	3.000 »	»
ACTIF DISPONIBLE	14.614,91	14.000,76	20.772,66	»

de budget pour 1901

DÉPENSES	1899	PRÉVUES pour 1900	1900	PRÉVUES pour 1901
1° Frais généraux				
Personnel : Appointements	1.800 »	1.800 »	1.800 »	1.800 »
— Gratifications	150 »	150 »	150 »	150 »
— Indemnité de logement				500 »
Loyer effectif, assurances, contribut.	4.408,80	5.500 »	2.202,45	4 400 »
Chauffage et éclairage	614,85	500 »	495,55	250 »
Mobilier	457,10	450 »	318,20	300 »
Bibliothèque	519,95	600 »	949,35	600 »
Frais de bureau	442,95	450 »	361,70	400 »
Port de lettres	271,88	300 »	236,85	250 »
Divers	60,60	50 »	216,60	100 »
	8.726,13	9.800 »	6.730,70	8.750 »
2° Frais des Publications				
Bulletin, exercice courant (1900)	8.505,25	10.000 »	10.509,35	8.000 »
Compte-rendu sommaire	400,85	500 »	776,25	500 »
Port du Bulletin et du Compte-rendu	926,35	1.000 »	1.246 »	1.000 »
Mémoires de Paléontologie	899 »	1.000 »	»	3.000 »
Table de la 3e série	»	1.000 »	»	1.000 »
	10.731,45	13 500 »	12.531,60	13.500 »
3° Dépenses extraordinaires				
Contribution aux prix	0,30	»	»	»
Catalogue de la bibliothèque	1.582,40	900 »	1.098,05	900 »
Déménagement	»	10.000 »	5.462,40	1.000 »
Indemnité au personnel	»	100 »	100 »	100 »
Frais de réception du Congrès	»	500 »	846,20	»
	1.582,70	11.500 »	7.506,65	2.000 »
Dépenses totales (autres que les frais généraux)	12.314,15	25 000 »	20.038,25	15.500 »
+ En caisse } en fin d'exercice	+2 300,76	»	+ 734,41	»
— Manque } en fin d'exercice	»	10.999,24	»	»
Total égal à l'actif disponible	14.614,91	14.000,76	20.772,66	»

B

Résumé des comptes

RECETTES

1° Ordinaires		
Revenus	5.089,90	
Cotisations, droits d'entrée et divers	12.580 »	17.669,90
2° Vente des publications		
Bulletin et Mémoires de Géologie	3.449,25	
Mémoires de Paléontologie	»	
Ouvrages de Fontannes	83,45	
Souscription ministérielle	1.000 »	4,532,70
3° Locatives		
Produit des sous-locations	1.658,35	1.658,35
4° Compte capital		
Cotisation à vie	400 »	
Legs Prestwich	9.719,90	10.119,90
5° Fonds spéciaux		
A. Barotte	507,50	
B. Fontannes	650 »	
C. Viquesnel	332,25	1.489,75
TOTAL		35.470,60
6° Encaisse au 1er Janvier 1900		
Budget ordinaire	2.300,76	
Fonds spéciaux	448,51	
Compte capital	2.577,65	5.326,92
		40.797,52

de l'Exercice 1900

DÉPENSES

1° Ordinaires		
Personnel, loyer, chauffage et éclairage. .	6.306, 35	
Mobilier et bibliothèque	1.267, 55	
Frais de bureau, ports de lettres et divers.	815, 15	8.389, 05
2° Frais des publications		
Bulletin (1900)	10.509, 35	
Compte-rendu sommaire	776, 25	
Port du Bulletin et du C.-R. S.	1.246 »	
Contribut. aux Mémoires de Paléontologie.	»	12.531, 60
3° Dépenses extraordinaires		
Catalogue de la bibliothèque	1.098. 05	
Frais de déménagement et indemnité au personnel	5.562, 40	
Frais de réception du Congrès.	846, 20	7.506, 65
4° Compte capital		
Achat de 285 francs de rente 3 °/₀	9.696, 45	9.696, 45
5° Fonds spéciaux		
A. Barotte	600 »	
B. Fontannes.	»	
C. Viquesnel	665, 55	1.265, 55
TOTAL.		39.389, 30
6° Encaisse au 31 Décembre 1900		
Budget ordinaire.	734, 41	
Fonds spéciaux.	672, 71	
Compte capital.	1, 10	1.408, 22
		40.797, 52

Les dépenses extraordinaires ont pris cette année une importance particulière. Si on laisse de côté la confection du catalogue qui touche à sa fin, le gros chiffre de ces dépenses résulte du déménagement de la Société et de son installation dans l'Hôtel des Sociétés savantes. Grâce au zèle de la Commission spéciale, les dépenses qui avaient été prévues pour 10.000 francs, ne paraissent pas devoir s'élever à plus de 6.500 francs, dont 5.562 fr. 40 seulement figurent dans l'exercice 1900 (déménagement 772 fr. 60, agencement de la Bibliothèque 4,689 fr. 80; indemnité à l'agent 100 francs). Une partie de cette dépense a été couverte par le gain réalisé sur les loyers, déjà signalé précédemment, de 2.206 fr. 35. On s'explique ainsi qu'il ait suffi de prélever sur le capital une somme de 3.000 francs.

Signalons enfin les dépenses de réception du Congrès qui se sont élevées à 846 fr. 20.

Résumé et conclusions

La situation réelle de la Société est en somme très peu satisfaisante, et l'exercice 1900 sera fortement en déficit. L'encaisse sur le budget ordinaire a diminué de 1.500 francs, en outre une somme à peu près égale, résultant du retard apporté à l'impression du Bulletin, a été reportée sur l'exercice 1901 ; il en est de même de l'insuffisance des recettes du tome IX des Mémoires de Paléontologie, soit une troisième somme de 1.200 francs environ. Le déficit du budget ordinaire proprement dit, dépassera donc en réalité 4.000 francs.

Ajoutons que l'exercice 1899 s'était clos par un excédent de 700 fr. 97 qui doit être ramené à 680 fr. 97, si l'on tient compte des cotisations arriérées, et des cotisations anticipées.

La Commission vous propose d'approuver les comptes du Trésorier et de lui voter des remerciements.

Présenté au nom de la Commission de comptabilité,

H. Douvillé.

Sur la proposition du Président, l'assemblée approuve les comptes du Trésorier.

Des remerciements sont votés au rapporteur, M. Douvillé, et au Trésorier, M. Léon Janet.

SUR LA DÉCOUVERTE D'ARACHNIDES DANS LE TERRAIN HOUILLER DE COMMENTRY

par M. **Armand THEVENIN**

(PLANCHE XIII).

Le gisement houiller de Commentry, célèbre parmi les paléontologistes par le grand nombre d'Insectes fossiles que le zèle infatigable de M. Fayol y a fait découvrir, a fourni récemment les restes de deux Arachnides dont M. Fayol a bien voulu me confier l'étude [1].

Il est probable que cette trouvaille sera bientôt suivie d'autres et que la faune d'Arachnides paléozoïques de France sera aussi importante que celle des Etats-Unis, de la Bohême ou de l'Angleterre [2].

On sait que jusqu'ici aucun vestige d'Arachnide, sauf des Scorpions, n'a été signalé dans les terrains antérieurs au Carbonifère [3]. Reuss a, le premier, signalé une Araignée dans le Carbonifère en 1854. Les découvertes depuis lors se sont multipliées assez lentement et les travaux de Beecher, Fritsch, Geinitz, Haase, Harger, Harvey, Karsch, Kŭsta, Rœmer, Scudder, Stur et Woodward ont fait connaître jusqu'à aujourd'hui une trentaine d'espèces réparties en une vingtaine de genres souvent fondés sur des échantillons d'une conservation très imparfaite.

1. Je tiens à adresser ici mes sincères remerciements au savant directeur général de la Compagnie de Commentry-Fourchambault-Decazeville, ainsi qu'à M. E. Simon, dont la compétence pour l'étude des Arachnides actuelles est connue de tous les naturalistes, qui a bien voulu me donner d'utiles indications.

2. M. Zeiller m'a signalé pendant l'impression de cette note la découverte, dans le Westphalien des environs de Valenciennes, d'un échantillon de *Kreischeria* auquel Ch. Brongniart a attribué le nom de *Kreischeria Geinitzi* sans jamais l'avoir publié. Cet échantillon appartient aux collections de l'Ecole des Mines; la description en sera faite prochainement.

3. M. SCUDDER a donné (*Bulletin U. S. geological Survey*, N°s 69 et 71) la bibliographie complète des mémoires relatifs aux Arachnides paléozoïques et l'index des espèces décrites jusqu'en 1890. Nous ne croyons pas utile de répéter ici cette bibliographie. On trouvera d'ailleurs l'historique dans le travail de M. ERICH HAASE : Beitrage zur Kenntniss der fossilen Arachniden (*Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch.*, XLII, 1890).

Dans leur ensemble, ces travaux montrent que les Arachnides sont des animaux très anciens qui, au Carbonifère, sont déjà très différenciés, très élevés en organisation, et comparables aux animaux actuels du même groupe zoologique.

M. Scudder et après lui MM. Beecher, Haase et Fritsch, ont montré qu'un petit nombre de ces Arachnides *(Arthrolycosa, Geralycosa, Eolycosa, Protolycosa, Palaranea, Promygale)* doivent être rapprochées des Araignées vraies (Araneides) [1]. Elles présentent seulement une segmentation plus nette de l'abdomen, réalisée partiellement d'ailleurs dans un genre actuel *Liphistius* [2], survivant en quelque sorte des formes fossiles, qui montre une série de segments abdominaux chitineux distincts [3].

La plupart des autres Arachnides paléozoïques ont été placées par M. Scudder [4] dans un groupe spécial, les *Anthracomarti*, qu'il considère comme allié aux Phrynides, aux Phalangides et même aux Pseudoscorpions quoique distinct de tous ces ordres et caractéristique du Carbonifère.

M. Haase, après avoir fait l'étude critique de tous les genres connus en 1890, définit d'une façon un peu différente le groupe des *Anthracomarti* et en fait un sous-ordre d'Opilionides en même temps qu'il place *Racovnicia* parmi les Chernètes et rappelle que *Geralinura* et les formes voisines sont de vrais Pedipalpes, montrant ainsi que toutes les Arachnides du Carbonifère peuvent être placées dans la classification établie par les zoologistes pour les Arachnides actuelles, bien qu'elles présentent des caractères plus primitifs et spécialement une segmentation très nette de l'abdomen.

Nous en avons dit brièvement assez sur cet historique pour pouvoir aborder l'étude des deux Araignées découvertes à Commentry par M. Fayol et voir ensuite quelles sont les conclusions que nous fournira cette étude pour l'histoire des Arachnides paléozoïques.

J'ai pu examiner l'empreinte et la contre-empreinte de ces deux fossiles. La conservation est loin d'être aussi parfaite qu'un premier

1. Ces genres présentaient déjà le mode de respiration de la majorité des Araneides vivantes. M. Fritsch a signalé en 1899 sur les empreintes de *Promygale* (*Fauna der Gaskohle Böhmens*) la trace de quatre sacs phyllobranchiaux (poumons).

2. SCHIÖDTE. Om an afvigende Slaegt of Spindlernes Ornen (*Naturhist. Tidsskrift II*. Copenhague, 1846-49).

3. Nous devons rappeler que la segmentation de l'abdomen est nettement visible dans l'embryon des formes actuelles, qui, adultes, sont hologastres.

4. Traité de Paléontologie de ZITTEL. — *Proced. Ac. of Arts and. Sc.*, [2], XX, 1885. — *Memoirs Boston Society*, t. IV, 1890.

coup d'œil peut le faire croire, mais les différents échantillons trouvés dans les pays étrangers qui ont été décrits, figurés et nommés étaient rarement meilleurs. Il est à souhaiter que les découvertes ultérieures permettent de compléter ou de rectifier une partie des descriptions.

Eotrogulus Fayoli n. sp.

(Pl. XIII, fig. 1).

La plus grande des espèces trouvées par M. Fayol montre, au premier coup d'œil, que l'animal avait des téguments coriaces, quatre paires de longues pattes, un abdomen ovale allongé, segmenté, un céphalothorax relativement petit, réuni à l'abdomen dans toute sa largeur. On ne peut voir ni palpes maxillaires, ni chélicères.

La séparation de l'empreinte et de la contre-empreinte s'est faite de telle manière qu'une partie du revêtement chitineux dorsal adhère à la plaque de schiste qui présente la face ventrale de sorte que les empreintes ne présentent pas exactement l'une la face dorsale, l'autre la face ventrale.

Le céphalothorax est mal conservé, on peut reconnaître néanmoins qu'il présente quelque analogie, quant à sa face dorsale, avec *Eophrynus*, Woodward, laissant entrevoir qu'il est primitivement formé de plusieurs plaques. Malgré la mauvaise conservation on peut, avec un éclairage très oblique, pressentir, en avant du céphalothorax, l'existence d'un chaperon et d'un camerostome comme chez les Trogulides actuels.

On compte sur la face dorsale sept segments abdominaux dont le revêtement chitineux présente, pour chaque segment, une plaque médiane et deux plaques pleurales, caractère d'Arachnide paléozoïque. Sur la face ventrale on peut compter huit segments, c'est le nombre typique pour l'ordre des Opiliones [1]. La mauvaise conservation des deux segments abdominaux postérieurs au sixième rend impossible la distinction de l'anus et des plaques périanales s'il y en a.

Chaque segment présente une paire de tubercules tégumentaires saillants vers l'intérieur du corps qui servaient à l'insertion tendineuse des muscles de l'abdomen. On trouve fréquemment ces sortes d'aponévroses disposées par paires chez les Opiliones actuels, mais leur disposition métamérique, en relation avec une métamérisation

1. Simon. Arachnides de France, t. VII.

musculaire aujourd'hui effacée, est particulièrement remarquable chez les Arachnides paléozoïques. Ce sont ces tubercules que Woodward a décrits comme des stigmates dans *Eophrynus Prestvicii*. On les voit également bien dans les figures de *Kreischeria* données par Geinitz et Haase et dans *Graeophonus carbonarius*, Scudder, que cet auteur considère comme un Pédipalpe. Ils sont, dans l'espèce qui nous occupe, beaucoup plus rapprochés de la ligne médiane que dans aucune autre des formes figurées. On peut compter nettement cinq paires de ces tubercules, il est probable qu'il y en a six.

Malgré l'écrasement de la région antérieure du corps qui rend le fait difficilement visible, il est vraisemblable qu'il existait une avance sternale de l'abdomen (Simon) (sternum de certains auteurs) comme chez la majorité des Phalangides.

Toute la surface des téguments est finement chagrinée, il n'y a pas trace des ornements élégants qui se trouvent sur la ligne médiane de l'abdomen des deux espèces d'*Eophrynus* (*E. Prestvicii*, Woodw., *E. Salmi*, Stur.).

Les pattes sont très longues et rappellent au premier coup d'œil celles des Faucheurs actuels [1]. Celles de la première paire sont de beaucoup les plus courtes, celles de la seconde et de la quatrième paires les plus longues [2]. Ces pattes sont grêles et terminées comme on peut le voir pour la quatrième patte droite, par un tarse très fin, sétiforme et souple. Les divers articles qui constituent la patte ne sont pas très nettement visibles, on peut distinguer pourtant sur l'un des échantillons l'article intermédiaire entre la cuisse et la jambe (patella), ce qui montre que les pattes d'Araignées anciennes étaient conformées comme celles des Araignées actuelles. Les articles des pattes et surtout les fémurs ont un aspect rugueux chagriné; ils semblent sur le fossile finement annelés, il est possible que cet aspect annelé résulte simplement de la fossilisation, de la dessiccation des téguments, mais cela est peu vraisemblable.

Nous avons dit qu'en avant du céphalothorax il n'y a pas trace de chélicères ou de palpes; les pattes très fines et très longues ayant subsisté dans la région même où devaient se trouver ces appendices, nous pouvons avec vraisemblance conclure que palpes et chélicères n'étaient pas très développés et sont cachés sous le céphalothorax.

1. Le genre *Kustarachne*, Scudder, présente également un abdomen ovale allongé et de très longues pattes.

2. Les dimensions sont : corps, 12 millim.; pattes de la 1re paire, 14 millim. 5; 2e paire, 29 millim.; 3e paire, 18 millim. 5; 4e paire, 22 millim. 5.

En résumé, cette espèce se rapproche un peu d'*Eophrynus* et de *Kreischeria* [1] par son abdomen et son céphalothorax ; elle en diffère par l'absence d'épines postabdominales, par l'ornementation, par la longueur des membres. Il n'y a aucun doute, si on le compare aux Arachnides actuelles, que ce soit un Opilionide (union du céphalothorax et de l'abdomen, segmentation de celui-ci, absence de filières, etc...). De plus, la forme générale du corps, l'absence de chélicères ou de palpes visibles, le mode d'articulation des pattes avec le céphalothorax montrent beaucoup d'analogie avec les *Trogulides* actuels ; nous donnerons donc à ce genre le nom d'*Eotrogulus* en faisant observer toutefois que parmi les Trogulides actuels c'est le genre *Dicranolasma* et non le genre *Trogulus* qui présente de longues pattes terminées par des tarses sétiformes [2].

Nemastomoides Elaveris n. sp. [3]

(Pl. XIII, fig. 2).

La seconde espèce qui m'a été remise par M. Fayol présente un corps rond dont la longueur ne dépasse pas 3 mill. d'où rayonnent quatre paires de longues pattes. Par la dimension de ces pattes, par la segmentation de son abdomen largement uni au céphalothorax, c'est à coup sûr un Opilionide.

Le céphalothorax est écrasé, néanmoins on peut distinguer sur l'une des empreintes les segments coxaux rayonnant à partir du centre. On voit dans la région antérieure deux petits tubercules à surface chagrinée qui correspondent à la partie basale des chélicères très courts et renflés des *Nemastoma* actuels.

Les palpes maxillaires, très peu développés dans les espèces de ce genre actuel, n'ont pas subsisté dans le fossile qui nous occupe. Pour ces raisons et à cause de la similitude de forme que présente cet Opilionide fossile à abdomen obtusément terminé en arrière avec les *Nemastoma*, nous l'inscrirons sous le nom de *Nemastomoides*.

1. M. Karsch a indiqué déjà l'analogie de *Kreischeria* avec *Trogulus*. M. Haase avait rapproché du même genre vivant le genre fossile *Poliochera* de M. Scudder, mais la figure publiée ultérieurement par M. Scudder montre que cette analogie n'est pas réalisée.

2. Les *Trogulus* actuels sont d'ailleurs beaucoup moins nettement segmentés que les formes fossiles voisines et aucune de celles-ci ne présente un bouclier dorsal rigoureusement comparable à celui de *Trogulus*. *Dicranolasma* a des segments ventraux libres.

3. *Nemastoma*, genre actuel ; *Elaver*, l'Allier.

Son abdomen est très nettement segmenté et montre, comme celui de l'espèce précédemment décrite et comme celui d'*Eophrynus*, deux rangées de petites saillies coniques correspondant à des tubercules aponévrotiques du tégument chitineux pour l'insertion des muscles, mais, à coup sûr, il y a ici plus d'une paire de tubercules par segment.

On peut constater la présence d'une avance sternale de l'abdomen que la déformation a rejetée de côté.

Cette petite espèce, qui est incontestablement un Opilionide, a, comme l'espèce précédente, un tégument coriacé et d'aspect chagriné. Son étude définitive ne pourra être faite qu'avec un plus grand nombre d'échantillons.

Il est intéressant de connaître le mode de vie des genres actuels les plus voisins des espèces découvertes à Commentry ; car on sait que les mœurs et les allures des Opilionides, des *Faucheurs*, sont extrêmement diverses.

Les Trogulides actuels « vivent dans les endroits humides, sous les pierres, dans les mousses des bois humides et certains genres enfoncés dans la boue ; leurs téguments sont coriacés, très durs » (Simon). Les *Nemastoma* habitent « dans les mousses et les détritus humides des forêts » (Simon). Leurs téguments sont également très résistants.

Nous voyons que les genres actuels les plus voisins par leur morphologie des formes rencontrées à Commentry ont un mode d'existence, qui s'accorde parfaitement avec les conditions que nous croyons avoir été réalisées à Commentry pendant l'époque houillère. Il serait tout à fait imprudent de tirer d'autres conclusions et de voir là une filiation directe ; c'est seulement une conséquence de l'adaptation à des conditions de vie analogues de formes carbonifères et actuelles de groupes zoologiques très voisins.

Les formes fossiles du Carbonifère présentent des caractères plus primitifs que les Opiliones actuels. Le céphalothorax est formé de pièces plus nettement distinctes, avec pièces épimériennes visibles chez l'adulte comme elles le sont actuellement dans les formes embryonnaires [1]. L'abdomen est toujours segmenté et les plèvres des segments abdominaux sont toujours bien séparées de la partie médiane. Ces segments abdominaux libres présentent des points

1. BALBIANI. Mémoire sur le développement des Phalangides. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie* [5], XVI, 1872.

d'insertions musculaires nets indiquant une métamérisation plus marquée que dans les Phalangides actuels.

Sans rien préjuger sur la position des Anthracomarti que M. Haase considère, avec vraisemblance, comme les ancêtres des Sironides actuels, tandis que M. Scudder, donnant à ce groupe une extension plus grande, les oppose aux Arachnides plus récentes, il convient d'en séparer *Eophrynus*, et les formes de Commentry qui sont des Opilionides anciens correspondant aux groupes actuels *Phalangium*, *Trogulus* et *Nemastoma*. Nous chercherons prochainement à établir les affinités de *Kreischeria*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

Fig. 1. — *Eotrogulus Fayoli* sp., grossi 2 fois.
Fig. 2. — *Nemastomoides Elaveris* sp., grossi 3 fois.

SUR LA THÉORIE GÉNÉTIQUE
DES APPARITIONS SINGULIÈRES D'ACCIDENTS RÉCENTS
EN PLEIN JURASSIQUE INFÉRIEUR
DANS LE SUD-OUEST DES ALPES-MARITIMES

par M. **A. GUÉBHARD.**

Je demande la permission, à l'occasion de la publication récente de certaines coupes de M. Fournier, qui m'apportent un argument inattendu, de revenir avec un peu plus de détails que je n'ai fait jusqu'ici sur le mécanisme probable de la formation des apparitions singulières de petits lambeaux de terrains récents au milieu de terrains plus anciens qui, par leurs remarquables alignements, jouent, dans la tectonique du sud-ouest de la feuille de Nice, le rôle important de *jalons synclinaux*.

A maintes reprises, mais toujours d'une manière incidente et toute sommaire, j'ai formulé antérieurement [1] la seule hypothèse qui me parût admissible pour expliquer ces accidents si intéressants, que l'existence presque constante d'une ceinture rudimentaire bien reconnaissable de fragments des portions du Jurassique disparu, interdisait d'attribuer à un dépôt *in situ* sur le support inférieur à horizontalité presque indérangée, ou dérangée indifféremment dans le sens d'une légère dépression ou d'une non moins légère surélévation.

Force étant de rejeter la possibilité d'une simple lacune stratigraphique avec discordance dans le temps, il ne restait de recours qu'à l'idée d'une discontinuité d'ordre tectonique, après tout peu faite pour surprendre, en ces régions tourmentées, où il est de règle de voir le Tertiaire ou Crétacé presque horizontalement étalé au pied de *barres* de Jurassique très inférieur, lui-même à peine incliné.

Mais s'il était très facile d'expliquer le vulgaire accident du pli-faille, par le déversement d'un anticlinal sur le synclinal inférieur, avec rupture du front et disparition, par étirement, du flanc

1. Tectonique d'un coin difficile des Alpes-Maritimes. *A. F. A. S.*, XXIII, 495 (1894); Esquisse géotectonique de la commune de Mons (Var), in *Bull. Soc. ét. scientif. de Draguignan*, XX, p. 276 (1896); etc.

intermédiaire, il ne semblait pas possible d'avoir raison de l'accident plus spécial dont nous nous occupons, sans recourir à une coupe symétrique dans le plan perpendiculaire à l'axe de plissement, avec double étirement de deux flancs synclinaux, et double disparition de deux nappes, représentant toute l'épaisseur du Jurassique enlevé.

Certes il serait loisible de garder à l'ensemble de la coupe la forme d'un V très ouvert, avec localisation des étirements vers la pointe, correspondant à une déflexion synclinale assez faible entre des bombements anticlinaux à peu près normaux et peu accentués (fig. 1, A). Mais la raison mécanique échapperait alors, et de l'intensité des étirements observés, et de l'énormité des masses de croûte disparues. Si, au contraire, on accorde assez de puissance à la poussée tangentielle pour avoir refermé presque complètement les branches du V, soit à plat l'une contre l'autre, à la manière des feuillets d'un livre (fig. 1, B), soit plutôt par la butée front à front, au-dessus d'une petite poche synclinale inférieure, de deux ourlets anticlinaux opposés, ayant fourni un point de levier aux forces d'étirement et de rupture (fig. 2, C), ce n'est plus seulement le schéma graphique de l'accident qu'on obtient, mais aussi la vision très claire du mécanisme par lequel il a pu être produit.

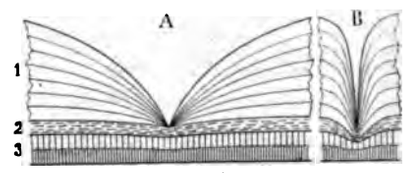


Fig. 1. — Schéma de la formation des lambeaux paradoxaux.

1, Portion soulevée, plissée et ultérieurement disparue du Jurassique; 2, Strates lubrifiantes ayant facilité le décollement; 3, Substratum solide ayant résisté en profondeur à la poussée tangentielle.

L'on conçoit en effet très simplement que la striction terrestre, agissant avec une intensité décroissante en profondeur, ait pu avoir, pour effet (fig. 2), là où il lui arrivait d'agir entre deux points déterminés en sens opposés, de décoller d'abord, en la gondolant, une épaisseur de strates superficielles moins résistantes (fig. 2, *1*), au-dessus d'une autre immobile (fig. 2, *3*), surtout si, entre deux, un enduit lubrifiant (fig. 2, *2*), comme un lit d'argile, établissait une prédisposition au glissement. Puis, l'action s'exagérant, la flèche des arcs soulevés s'augmentant de plus en plus, les plus supérieurs se détachent de leurs extrémités tiraillées (fig. 2, A, C), se surbaissent par leur milieu surchargé et non soutenu (fig. 2, B, C), se déversent marginalement du côté de l'espace vide, s'y heurtent

en bourrelets opposés, et finalement, si ce n'est arrivé plus tôt, se brisent et s'écroulent, prêts pour la disparition. L'érosion, alors, complétant le jeu, balaie toutes les ruines jusqu'au plancher intact où se retrouvent encastrés les lambeaux plastiques du revêtement superficiel qui, par le mode même de la formation du synclinal en poche, se sont trouvés rejetés au fond de la bouteille, parfois renfoncé lui-même en coin dans quelque craquelure du substratum par le poids de ses parois verticales, et longtemps protégé par la fermeture du goulot contre les actions destructrices extérieures.

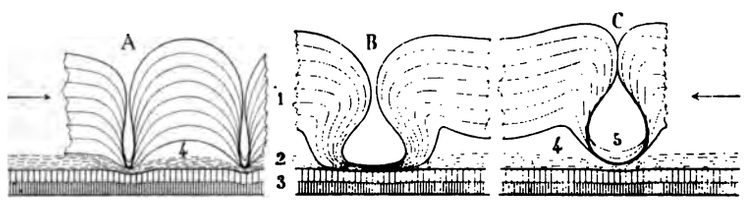


Fig. 2. — 1, 2, 3, Comme dans la figure 1; 4, Espace vide en dessous des couches décollées et soulevées; 5, Résidus des strates supérieures ramenées au niveau des plus anciennes.

Les coupes observées par M. E. Fournier dans le Jura et publiées tout récemment [1] semblent comme une illustration, prise sur le fait, d'un stade moyen du mécanisme ci-dessus décrit. Si l'on ne veut voir dans cette vallée à fond crétacé, bordée de Jurassique renversé, à pendages littéralement *anti*-clinaux, c'est-à-dire en sens opposés par rapport au plan médian, un simple pli inverse du flanc renversé d'une nappe recouvrante, ce qui bouleverserait toutes les notions admises sur le Jura, l'on est bien forcé de donner à la coupe un profil en panse de bouteille écrasée du modèle des *fiaschi* florentins (fig. 2, B, C), au-dessous ou sur les flancs de laquelle il est difficile de ne pas admettre de notables étirements horizontaux. Qu'on suppose alors l'érosion descendue jusqu'à ce niveau, et l'on retrouve très approximativement l'image de l'accident observé dans le Midi : un lambeau de terrain récent, posé sur un plus ancien, avec traces de bordure intermédiaire.

A la vérité, l'étroitesse ordinaire des lambeaux méridionaux, tendrait à faire attribuer à la bouteille une forme plus aiguë par le bas (fig. 2, A); et l'habituelle disparition du flanc intermédiaire entre anticlinal et synclinal, à faire remonter les étirements sur les côtés, à la place même où, dans la coupe du Jura, c'est le flanc

1. *B. S. G. F.*, (4), I, p. 100, fig. 2 à 5.

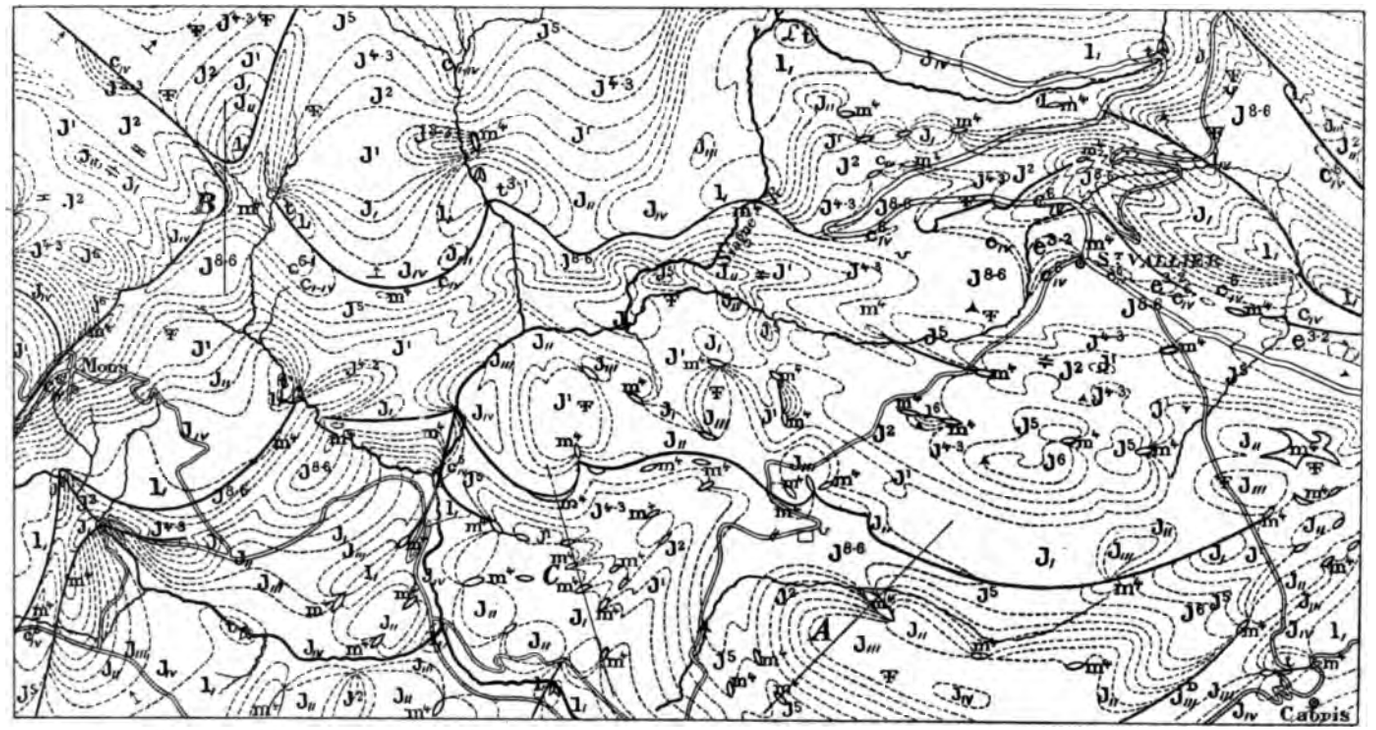


Fig. 3. -- Plan des contours géologiques des affleurements dans la région des accidents paradoxaux.
(Les signes sont ceux de la Carte géologique de France). — Echelle : 1/80.000.

inverse, intégralement conservé, qui montre ses tranches. Mais une différence si petite est-elle disproportionnée à la différence si grande de deux régions aussi distantes ?

— Mais encore, dira-t-on, ce sont là schémas purement théoriques, et la plume a, sur le papier, des libertés que n'avait certainement point la pierre dure au tréfonds de la terre encroûtée.

Évidemment ; à cela je ne saurais contredire ; ni dissimuler que j'aie cherché toujours à profiter de la liberté du trait pour rapprocher celui-ci le plus possible des formes naturelles auxquelles est familiarisé l'œil du physicien ou du géomètre. Mais, ce faisant, je tiens à spécifier que, même en mes schémas les plus abstraits, je commence toujours par me subordonner du plus près possible aux données numériques de l'observation. Les figures 1 et 2 sont tout hypothétiques, soit ; mais les proportions n'en ont rien d'absolument irréel, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la comparaison

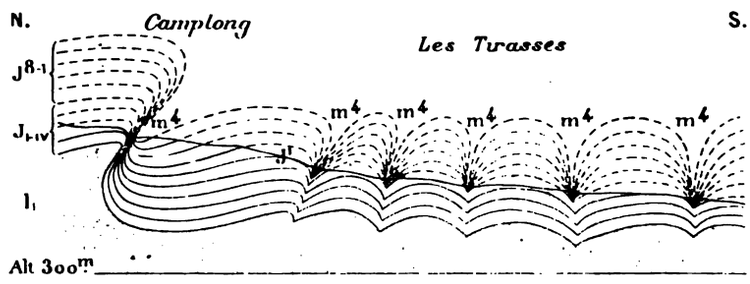


Fig. 4. — Coupe suivant la ligne C de la figure 3. — Echelle 1/25.000.

avec les figures 4, 5 et 6, dessinées, celles-là, rigoureusement à l'échelle, tant pour les altitudes que pour les longueurs et les épaisseurs ou pendages observés.

La figure 4, prise suivant la ligne C du plan de la figure 3, montre bien comment le resserrement des plis à des distances à peine supérieures à l'épaisseur de strates disparue, impose, sans autre ressource, ces formes schématiques qui, isolées, peuvent sembler arbitraires ou forcées, alors qu'on peut, sans chercher bien loin, surprendre leur mode évolutoire à toutes ses phases intermédiaires. Qu'on essaie, par exemple (fig. 5), de faire une coupe suivant la ligne B de la figure 3, à la naissance de la branche nord-ouest de la croix bien caractérisée que dessine le bassin crétacé, au lieu dit l'Aubarède, au nord de Mons (Var), où l'on voit la gorge à fond cénomanien de Font Trucelle, profondément dominée sur ses *deux* bords par des barres de Jurassique en posi-

tion normale à bayures inférieures d'Infralias, liserées de brèche tithonique. Vouloir expliquer cela par un simple effondrement local entre failles angulaires en Y aigu, serait contraire à toutes les apparences de continuité dans les plissements que fait ressortir partout l'étude de la région et que montre la prolongation même du pli des Aubarèdes, très vite atténué, à l'ouest, jusqu'à s'effacer totalement dans l'Oxfordien, par une rapide remontée de son axe sur le plateau de Bliauge, où reparaît ensuite une discontinuité affaiblie de Néocomien, au pied d'une petite barre kimméridgienne. La seule reconstitution conforme aux observations locales comme à l'allure générale du pays, montre une boucle crétacée (fig. 5, A) recouverte symétriquement par les déversements opposés de deux bourrelets anticlinaux, à fronts disparus par rupture et flancs inférieurs par étirement, suivant deux plis-failles presque verticaux ou même de pentes contraires.

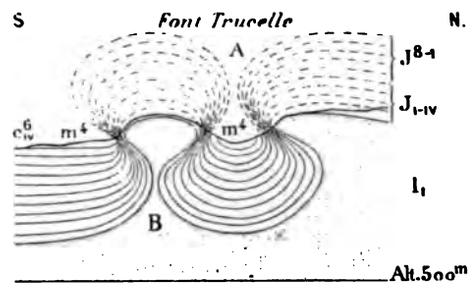


Fig. 5. — Coupe suivant la ligne B de la fig. 3. Echelle 1/25.000.

En somme, la coupe A n'est que la duplication symétrique autour d'un axe vertical, l'opposition face à elle-même, de la coupe toute classique des déversements méridionaux, dont nous voyons un exemple à gauche de la fig. 4, sous l'inscription *Camplong*, et qui sont plus que fréquents, de règle, dans le pays. Pourquoi trouverait-on absurde, tourné vers le nord, ce qui paraît tout naturel tourné vers le sud ? Et quelle difficulté fondamentale y aurait-il à concevoir qu'en certaines places, comme cela se voit à chaque instant sur l'étoffe de nos vêtements, les deux mouvements aient pu se faire vis-à-vis ?

Mieux encore, si l'on prolonge au sud la coupe de Font Trucelle, on arrive à entamer la branche inférieure se dirigeant sur Mons du bassin cruciforme crétacé ; et le recoupement du cap anticlinal obliquement traversé donne obligatoirement (fig. 5, B) un profil en champignon, qui se trouve être l'exacte reproduction, sens dessus dessous, du profil en *fiasco* (fig. 5, A) de Font Trucelle. Si le premier s'impose, sans rien de choquant, pourquoi le dernier semblerait-il extraordinaire ?

L'examen de la carte ne montre-t-il pas bien la double poussée au vide qui a dû produire tout cela, en se localisant surtout aux pointes anticlinales opposées de dômes polygonaux brusquement limités sur leur pourtour par des synclinaux recoupants, et la pression maximale agissant là comme aux coins d'un coussin trop tendu, pour faire saillir en hernie, par une écornure d'angle, le contenu interne ? La complication du réseau de plissements de plus en plus polygonal qui commence à se manifester sur cette bordure de carte et s'augmentera encore sur la feuille de Castellane, fournira maints exemples d'un phénomène qu'on retrouve, plus ou moins développé, à presque tous les croisements de synclinaux.

D'une manière générale, la seule condition nécessairement requise pour le déversement en sens opposés de rides anticlinales, est que la striction terrestre qui, par son essence même, devait tendre partout à raccourcir la distance séparative de deux points de l'écorce, n'ait pas trouvé obstacle à sa tendance naturelle à se réduire localement à deux composantes à peu près égales et directement opposées, au lieu de laisser prédominer activement l'une d'elles sur l'autre devenue purement passive.

Supposons un morceau de l'écorce, primitivement ridé ou non, et serré soit parallèlement, soit angulairement, par ses bords, comme dans une pince ; c'est ce qu'a pu produire sur telle ou telle région l'arrivée lointaine de deux ondes en sens inverse ou d'une seule contre un obstacle ferme.

Or, il suffit de jeter un coup d'œil sur ma carte d'ensemble, au 1/80.000, du sud-ouest des Alpes-Maritimes, pour remarquer une localisation très évidente, de l'accident des petits lambeaux en dehors de la zone des grands déversements vers le sud, entre celle-ci et le grand massif primitif méridional dont la résistance a perturbé et compliqué de diverses façons la régularité d'alignement, de l'est à l'ouest, des plis septentrionaux. Et là où le phénomène se montre le plus développé, c'est précisément dans l'angle sud-ouest dont j'ai reproduit les contours (fig. 3), où l'intervention d'une poussée venue de l'ouest est rendue manifeste par la brusque déflexion à angle droit des axes de plis de la région de Mons, tandis que la surrection d'un massif résistant secondaire, au nord de Saint-Cézaire, sous forme du grand dôme allongé qui porte sur la carte d'État-major l'inscription *Pré d'Embertrand*, et dont le nom cadastral est *le Prignon*, a fait se contourner en spirale, pour venir converger au pied de la grande ligne de discontinuité de Mauvans, tous les plis du vaste plateau que coupe, en ravin très profond, la rivière de la Siagne. L'effet d'une double ou même

multiple contracture, dans tous ces parages, est attesté matériellement par l'existence, au nord d'une barre de Bathonien inférieur, et non plus au sud, comme c'est de règle, d'un grand lambeau marqué m^4 au-dessus de l'inscription *le Pré d'Embertrand*, lequel fournit le seul et tout-à-fait unique exemple de déversement franchement septentrional que j'aie jamais observé sur tout le territoire de mes recherches. Une coupe menée par ce point jusqu'au pli de Mauvans, perpendiculairement aux axes, c'est-à-dire du sud-ouest au nord-est, suivant la ligne A du plan de la fig. 3, ne peut pas donner autre chose que ceci (fig. 6) :

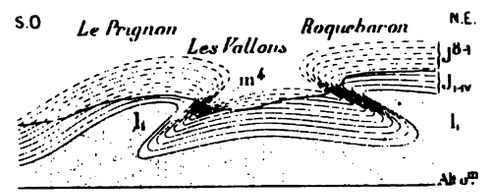


Fig. 6. — Coupe suivant la ligne A de la fig. 3. Echelle 1/50.000.

Et ne voilà-t-il pas, inévitable et typique, le fameux profil en *blague à tabac*, facile, sans doute, ailleurs, à *discuter*, mais guère, ici, à remplacer ?

Or supprimons, dans cette coupe, le faible anticlinal intermédiaire qui sépare les deux déversements opposés, et nous retombons sur la coupe de l'Aubarède. Dans celle-ci, arasons les deux bordures anticlinales jusqu'au niveau du Crétacé et c'est l'image même des lambeaux singuliers.

D'un autre côté, retournons la figure 5 sens dessus dessous, le haut en bas ; et que voyons-nous, si ce n'est le presque classique champignon ou le bien mal dénommé et peut-être encore discuté, mais pas absolument rejeté « éventail » ? Soutiendra-t-on qu'un processus qu'on admet comme ayant pu se produire en l'air, à l'encontre de la pesanteur, ait été impossible sous terre, la pesanteur aidant, au sein de cet élément mou qu'a dû être, sous les pressions éperonnantes du Bajocien siliceux, l'énorme masse grasse de l'Infralias argileux et du Trias détritique ?

Sans doute il y aurait matière à étonnement ou incrédulité si c'était brusquement et sans préparation que l'on se trouvait en face d'un de ces schémas d'insolite apparence. Mais nous avons déjà vu comment le dernier peut se ramener, par simple raison de symétrie verticale, à deux autres tout-à-fait familiers.

Et enfin il y a ceci encore à noter que, presque partout, grâce aux rapides variations d'intensité que présentent les plis le long de leur axe, sous l'influence soit de plis recoupants, soit de simples

particularités locales [1], on peut suivre pas à pas le transformisme parfaitement graduel, depuis la coupe la plus simple du monde jusqu'à la coupe singulière, jusqu'au paradoxe. Ce qui étonne sur le papier — à l'inverse de ce qui se passe trop souvent — paraît naturel sur le terrain, par la gradation des changements et sans qu'ait à intervenir l'*ultima ratio* de l'impossibilité de trouver une autre explication satisfaisante. Et plus on cherche à vérifier sur place l'explication que je propose, plus celle-ci semble se fortifier des menus détails de l'observation.

Par exemple, j'avais été parfois frappé de trouver, au voisinage de mes petits lambeaux paradoxaux, comme une ébauche avortée de brachysynclinal perpendiculaire au plissement principal, mais sans apparence de tenants et aboutissants lointains. Ceci s'explique très simplement si l'on considère par quel mécanisme se forme, sur un pli à lèvres accolées, qu'on essaie de raccourcir dans le sens de son axe, la poche locale qui résulte de cette tentative. Il suffit de serrer entre le pouce et l'index des mains opposées un pli d'étoffe, puis de rapprocher les mains, pour voir se former localement une poche à section de losange curviligne concave qui, vers le fond, simulera précisément le petit bout de synclinal perpendiculaire observable sur le terrain.

Or l'échelonnement même des lambeaux de poudingue en petites taches interrompues, au lieu de longues traînées, et le double système d'alignements qu'on y peut observer parfois suivant deux systèmes orthogonaux prouvent bien l'existence de la force qui, partout, tendait à plisser les plis sur eux-mêmes : c'est celle-là qui, là même où elle n'a pas réussi à produire de véritables plis recoupants, en a, du moins, fait naître l'ébauche, aux points où la formation d'une simple poche locale, lui avait donné satisfaction.

Un exemple intéressant se trouve au nord du village de Cabris (A.-M.) sur le flanc de la montagne des Audides, où, dans la prolongation inférieure du faux synclinal ainsi formé, des recherches d'eau, faites au contact de l'Infralias, sont demeurées sans grand profit, ce qui n'eût pas été le cas, vraisemblablement, s'il se fût agi d'un véritable synclinal venu de loin au nord.

1. Un exemple remarquable est offert par un des plis partis du centre d'étoilement du Saut-du-Loup, près de Courmes (A.-M.), qui, grâce à la puissante érosion qui a mis à jour les charbonnages triasiques de Vescagne, montre sur un espace de quelques kilomètres toutes les phases de transformation de la faible ride du plateau de Saint-Barnabé en pli-faille très profond.

C'est aussi, bien certainement, à l'intervention de la stricture orthogonale qu'il faut attribuer cette autre singularité que, parfois, au lieu de correspondre à une dépression, si faible soit-elle, du substratum presque horizontal, la présence de la tache récente peut correspondre à une véritable saillie locale de celui-ci, formant comme un bouton isolé. Là où la saillie correspond à une conservation partielle du Jurassique intermédiaire, comme à la colline de Castel Abram au sud de Saint-Vallier, cela n'a rien que de très naturel. Mais si l'on voit, non loin de là, à l'est, une éminence bien plus élevée, celle de Lauteron, presque toute formée de Bathonien, porter sur son sommet et sur ses flancs comme une résille étoilée de poudingue pontien, sans altération notable de son bombement régulier, un certain étonnement ne laisse pas que de se faire jour, surtout après qu'une étude minutieuse de la répartition des traînées de poudingue a fait rejeter après coup l'hypothèse, dont je m'étais payé d'abord, d'un simple empilement serré de plis couchés et doublement étirés. Ce fut, je l'avoue, pendant longtemps, dans mon plus proche voisinage, un problème terriblement déconcertant et dont ne serait peut-être pas venue à bout mon obstination, si la question ne s'était trouvée subitement éclairée par la notion, anciennement entrevue [1], mais récemment développée et corroborée d'exemples frappants, de la convergence stellaire des plis, dont la commune de Courmes offre un type remarquable de régularité [2]. Si, là, grâce à une coïncidence exacte des composantes négatives des diverses vagues de plissement, la rencontre a eu pour résultat la formation d'un vaste ombilic synclinal déprimé, rien n'empêche d'admettre qu'ailleurs la sommation des énergies locales ait abouti à une composante positive et produit un soulèvement isolé au point de croisement de plusieurs plis. Tel paraît bien être le cas de Lauteron, sur lequel je me réserve d'ailleurs de revenir ultérieurement, avec plans détaillés.

Mais en d'autres endroits et spécialement sur le plateau qui serait compris entre la portion ouest du bord inférieur de ma carte au 1/80.000 et le village de Callian (Var), on peut voir encore plusieurs fois le lambeau discontinu surélevé sur une éminence, au contact de Bajocien ou même d'Infralias, eux-mêmes surélevés au-dessus du Bathonien. L'intervention de la composante orthogonale est démontrée par la direction est-ouest de la chaîne que forme orographiquement auprès du lieu dit Malestruc, la réunion de quelques-unes de ces surélévations. Un peu plus au sud, on en

1. *A. F. A. S.*, XXIII, 493 (1895).
2. Congrès géologique international de 1900.

observe d'autres tout à fait isolées, mais aussi moindres. Et si l'on veut se rendre compte par un schéma graphique du mécanisme de plissement qui a pu produire ce phénomène, on voit qu'il suffit d'apporter une toute petite modification dans le schéma (fig. 2, A) qui figure le mode de plissement en poche légèrement renfoncée, pour avoir celui de la poche légèrement surélevée (fig. 7). L'un et l'autre rentrent incontestablement dans des familles de courbes dont la physique ou la géométrie offrent des exemples et l'on ne voit pas pourquoi paraîtrait invraisemblable, pour le plissement des assises terrestres, ce qui semble tout naturel pour le plissement, dans des conditions déterminées, d'un faisceau de lames susceptibles d'étirement.

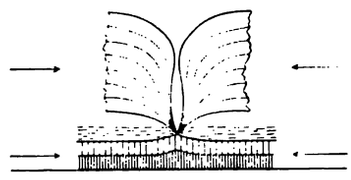


Fig. 7. — Schéma de la formation d'une proéminence de couches anciennes sous le lambeau discontinu de couches récentes.

Dans ces mêmes parages, au bord du profond ravin de la Siagnole, en face d'une petite tache crétacée et pontienne située sur la rive gauche, à Camplong (de Mons), on voit subsister comme un témoin parlant une ébauche localement avortée du mouvement qui, un peu plus au sud, a remis en contact le même Pontien avec l'Infralias, et qui, ici, à une altitude moindre, a simplement ramené l'Oxfordien au ras du plateau de Bathonien inférieur, avec de simples traces réduites de Callovien et de Bathonien dolomitique intermédiaires.

Enfin l'existence même de la surface lubrifiante que nous avons présupposée pour faciliter le premier décollement de la croûte superficielle est souvent tangible dans la réalité. C'est toujours de préférence à la hauteur d'un des lits argileux de l'échelle jurassique que l'on voit siéger l'accident, dès qu'il est un peu accentué : quelquefois dans le Kiméridgien ou l'Oxfordien, le plus souvent dans le Bathonien ou surtout l'Infralias, bien fait pour donner libre carrière inférieurement aux évolutions les plus bizarres de la mince écorce superposée.

En résumé, il semble que tout concorde à réunir en un faisceau aussi serré que possible l'hypothèse tectonique avec les vraisemblances physiques. Et si quelque doute, après cela, pouvait subsister, il ne nous resterait plus qu'à poser la fatale demande : quelle autre explication, alors, proposer ?

M. **de Lapparent** doute que l'allure en fond de bouteille, signalée par M. Guébhard, puisse recevoir une explication mécanique satisfaisante. Il pense qu'il y a quelque danger à faire revivre à ce propos la thèse du double pli de Glaris, au moment où presque tout le monde s'accorde à l'abandonner en ce qui concerne les Alpes glaronnaises.

M. **Haug** pense que, quelle que soit la solution que l'on adopte pour le double pli de Glaris, on ne peut nier l'existence, fréquente dans les Alpes, de plis dont les charnières se font face. Il rappelle l'exemple, signalé récemment par M. Kilian, de plis du massif du Vercors déversés vers l'intérieur des Alpes, en regard de plis plus internes déversés vers l'extérieur.

NOTES POUR SERVIR A L'ÉTUDE DES ÉCHINIDES FOSSILES D'ÉGYPTE

par M. **R. FOURTAU**

I. — Sur le groupe de l'*Echinolampas africanus* de Loriol.

L'étude de nombreuses séries d'Echinides provenant d'une même localité, amène nécessairement à trouver un grand nombre d'individus s'écartant de la diagnose originale et formant des passages à plusieurs espèces établies sur des individus extrêmes. L'espèce varie tellement sous nos yeux qu'il est vraiment imprudent de vouloir la limiter dans une formule.

J'ai déjà eu l'occasion d'étudier les variations du *Conoclypeus Delanouei* de Lor., de l'*Euspatangus formosus* de Lor. ainsi que du groupe du *Schizaster Zitteli* de Lor. et de *Linthia cavernosa* de Lor., dans diverses études publiées précédemment. J'ai sur mon savant confrère M. de Loriol l'avantage d'avoir pu recueillir moi-même en place de nombreux exemplaires ; c'est d'ailleurs le seul. Aussi ai-je pu constater dans mes récoltes l'existence de formes de passage qui lui ont fait défaut lors de l'établissement des espèces

qu'il a décrites dans sa Monographie des Echinides fossiles de l'Egypte.

Dans cet ouvrage, M. de Loriol décrit trois grandes espèces d'*Echinolampas : E. africanus*, *E. Fraasi* et *E. Osiris* Desor, dont les différences peuvent se résumer ainsi :

Echinolampas africanus de Lor. — Appareil apical d'apparence stelliforme, ambulacres larges, face inférieure plane ou un peu déprimée autour du péristome, hauteur moyenne 0,50 de la longueur. Pourtour arrondi mais non renflé. Péristome relativement petit.

Echinolampas Fraasi de Lor. — Se distingue du précédent par sa forme plus haute, plus bombée, ses ambulacres et ses zones porifères sont plus étroits, son sommet est moins excentrique, sa face inférieure déprimée et convexe vers le bord, son péristome est relativement plus petit.

Echinolampas Osiris Desor. — Se distingue d'*E. africanus* par ses ambulacres moins larges, son bord très arrondi et sa face inférieure convexe.

Pour les deux premières espèces M. de Loriol reconnaît parmi les quelques exemplaires qu'il a sous les yeux des individus qui s'écartent du type, quant à la troisième il n'a eu sous les yeux que deux exemplaires dont l'un est le type de Desor.

Ces gros *Echinolampas* ne sont certes pas très commodes à transporter pour le touriste ou l'explorateur, et certes si je n'avais pas été en résidence en Egypte j'aurais souvent hésité à charger mon sac de ces Echinides qui foisonnent à la base de l'Eocène moyen du Mokattam.

J'ai pu grâce à de nombreuses courses au Mokattam et principalement au Khor el Douerah, derrière la Mosquée de Kaitbaï, recueillir une centaine d'*Echinolampas* de toute taille, qui m'ont permis de faire les observations suivantes.

L'aspect stelliforme que figure M. de Loriol (*loc. citato*, pl. IV, fig. 5 *a*) [1], pour l'appareil apical de l'*Echinolampas africanus* ne s'est retrouvé que sur un exemplaire, chez les autres il est impossible de distinguer cet appareil de celui des deux espèces voisines, la largeur des ambulacres et des zones porifères varie suivant les spécimens et diminue généralement en raison du bombement de leur face supérieure de sorte que l'on ne peut plus fixer une limite

1. L'exemplaire figuré pl. III, fig. 1, est dépourvu d'appareil apical.

précise ni même un rapport approximatif; quant à l'excentricité du sommet elle n'est jamais la même. Les faces inférieures sont plus ou moins déprimées d'après l'individu. Il ne resterait donc que le renflement du bord et encore ici on ne peut pas fixer une limite très exacte.

Comme ces trois espèces d'Echinides se rencontrent dans une même couche qui est bien fixée entre le niveau du *Lobocarcinus Paulino Wurtembergicus* v. Mayer, et une couche absolument formée de grandes *Nummulites gizehensis* Ehr. nous ne pouvons y voir qu'une seule et même espèce qui devrait porter le nom d'*Echinolampas africanus* puisque la plupart des individus se rapprochent de la diagnose de cette espèce par M. de Loriol et qui aurait deux variétés extrêmes, l'une *E. africanus* var. *Fraasi* exagérément bombée et pouvant même devenir circulaire à la face inférieure, l'autre *E. africanus* var. *Osiris* Des. à bord très arrondi, cette dernière infiniment plus rare que la première.

Ces variétés s'observent, non seulement au Mokattam mais encore sur le plateau du Galala el Baharieh entre l'Ouady Sannour et l'Ouady Ramlieh, ainsi que dans le Nummulitique de l'Ouady Feiran au Sinaï.

II. — Sur le *Sismondia Sæmanni* de Loriol.

M. de Loriol a décrit cette espèce de *Sismondia* comme provenant du Nummulitique d'Egypte, d'après les échantillons que lui avait rapportés dans le temps M. Sæmann sans indication précise de localité.

J'ai recueilli au Mokattam et au Gebel Kibli el Ahram, soit des deux côtés de la vallée du Nil à la hauteur du Caire des échantillons se rapportant à cette espèce. A la base de l'Eocène moyen du Mokattam, près des fours à chaux situés derrière la nécropole de l'iman Afifi, j'ai récolté de nombreux spécimens tous de petite taille, mais se rapportant bien à la description de M. de Loriol, le plus grand ayant à peine 6 millimètres de longueur alors que la description indique 11 à 13 millimètres.

Au Gebel Kibli el Ahram, presque au sommet de l'Eocène moyen, j'ai trouvé de nombreux individus se rapportant en tous points aux figures et à la description de M. de Loriol « dessus et dessous plats, bords assez épais. » A côté de ceux-là d'autres un peu moins allongés s'écartent du type figuré. Il est donc très probable que c'est de là que proviennent les exemplaires que M. Sæmann a donnés à

M. de Loriol. Comme la différence de niveau entre les exemplaires du Mokattam et ceux du Gebel Kibli el Ahram est fort grande, je proposerai d'établir pour les premiers une variété *minor* qui ne se distingue du type de M. de Loriol que par la constance de sa petite taille qui arrive à peine à la moitié de celle du type décrit.

III. — Rectification au sujet d'*Amphiope truncata* Fuchs.

En 1882, M. Th. Fuchs a décrit et figuré [1] une Scutellidée provenant du Miocène des environs de Syouah sous le nom *Amphiope truncata*, nov. sp. Or, dans sa monographie des Scutelles (p. 66, pl. 11, fig. 11-16), Agassiz a décrit et figuré sous le nom de *Lobophora truncata* nov. sp. un individu de provenance inconnue mais absolument différent de celui qu'a décrit Fuchs. Depuis Agassiz on a réuni en un même groupe les *Amphiope* et les *Lobophora*, il s'ensuit donc que *Lob. truncata* est devenu *Amph. truncata* et que l'espèce décrite par Fuchs doit changer de nom puisqu'il est préoccupé. Je propose donc pour l'espèce égyptienne le nom d'*Amphiope Fuchsi*, nobis.

1. Cf. Th. Fuchs. Beitraege zur Kentniss der Miocaenfauna Aegyptens und der libyschen Wüste, p. 49, pl. XV, fig. 1-4. Paleontographica. Cassel, 1882.

ÉOCÈNE DE ROYAN

par M. H. DOUVILLÉ [1]

Nous avons eu l'occasion de faire cette année un assez grand nombre d'excursions aux environs de Royan et nous avons pu ainsi reconnaître que le terrain éocène avait eu dans cette région une extension beaucoup plus grande qu'on ne l'a indiqué jusqu'à présent.

On ne signale habituellement que le lambeau de Saint-Palais qui commence au sud-est du signal de Terre-Nègre, affleure des deux côtés de l'anse de Puyraveau et constitue le cap du Bureau Saint-Palais ; l'ensemble de ces couches s'étend le long de la côte sur une longueur de 1200 mètres environ. D'après les études les plus récentes [2] ces couches présenteraient de haut en bas la composition suivante, au-dessous du sable des dunes [3] :

A. Marnes sableuses zonées, grises ou blanches, remplies de débris de coquilles brisées (*Ostrea*, *Pecten*, Échinides, etc.)	1 m.
B. Sable ferrugineux brunâtre sans fossiles	3 m.
C. Grès grossier calcarifère, présentant à la base un lit de sable argileux verdâtre de 0,10 avec *Ostrea flabellula* et débris de *Pecten*.	2 m.
D. Calcaire grenu blanchâtre à Echinides présentant surtout à la partie supérieure de nombreux Foraminifères (*Orbitolites complanata*, *Alveolina*, *Lituola* n. sp., nombreuses Miliolidés), et quelques rares grains de quartz assez gros	3 à 4 m.
E. A la base, ce même calcaire renferme des débris d'ossements et des fragments paraissant peu roulés d'un calcaire gréseux verdâtre avec grains de quartz très petits (grosseur moyenne 0 mm. 07), *Nummulites planulata* et *Alveolina oblonga*, sur une épaisseur d'environ	1 m.

1. En collaboration avec M. Robert Douvillé.

2. VASSEUR. Sur le dépôt tertiaire de Saint-Palais, *Ann. Sc. géol.*, t. XVI, 1884.

3. A la base de ces sables les auteurs signalent de nombreux fragments roulés de silex bruns considérés tantôt comme des grès siliceux, tantôt comme des meulières d'origine lacustre ; l'examen microscopique de ces roches nous a montré seulement des silex crétacés fréquemment vacuolaires.

Cette couche E ne s'observe qu'à l'extrémité sud-est du lambeau, dans la partie la plus rapprochée du Bureau; on n'en voit aucune trace sous le signal de Terre-Nègre. En ce dernier point la surface de contact avec le terrain crétacé a été mise à découvert par les érosions des vagues, sur une assez grande étendue : elle est remarquablement plane; on voit qu'elle a été complètement arasée avant le dépôt des terrains tertiaires [1].

Si on suit la bande littorale vers le sud-est, en se dirigeant vers Royan, on ne trouve plus aucun affleurement des calcaires de Saint-Palais, mais immédiatement après la conche de ce nom, le sol est recouvert d'un dépôt superficiel argilo-sableux plus ou moins grossier, dans lequel on rencontre de nombreux silex peu roulés et présentant des fossiles marins nombreux, surtout des Foraminifères. Ces mêmes silex se rencontrent à peu près partout dans le voisinage de la mer, mais en quantité variable. Ils sont très abondants au nord de Pontaillac, on les retrouve à Royan même, dans les environs du Fort, et sur le boulevard de la Falaise. Le même dépôt présente un développement remarquable entre les roches de Vallières et le phare de Saint-Georges de Didonne : nous reviendrons un peu plus loin sur les circonstances intéressantes de ce gisement. Ces silex sont aussi très abondants dans la région du fort de Suzac, et vers la ferme de Compin; nous les avons encore retrouvés plus au sud jusqu'à Meschers.

Si l'on réunit, comme nous l'avons fait, un grand nombre d'échantillons de ces silex, on voit qu'ils présentent une composition minéralogique assez variable : les uns sont de vrais *silex* et sont composés à peu près entièrement de silice calcédonieuse, tandis que les autres renferment de nombreux grains de quartz réunis par un ciment calcédonieux, et doivent être considérés comme des *grès* à ciment *siliceux;* parmi les premiers les uns renferment des grains de quartz plus ou moins nombreux et de dimensions très petite (0 millim. 07 environ), tandis que les autres présentent seulement quelques grains de quartz assez gros et irrégulièrement disséminés.

Ces diverses variétés de roches siliceuses se distinguent également par les débris organiques qu'elles renferment : ce sont principalement des Foraminifères, comme nous l'avons dit, et ils sont quelquefois assez abondants pour constituer à peu près toute la roche; tantôt leur test est resté calcaire et il arrive alors assez

1. On observe une disposition analogue dans le Boulonnais au nord de Marquise, à la surface du calcaire carbonifère, au contact du Bathonien.

souvent qu'il a entièrement disparu par dissolution, la présence des fossiles n'est plus indiquée que par leur empreinte et le vide qu'ils ont laissé dans la roche; mais le plus ordinairement ils ont été entièrement silicifiés et tous les détails de leur organisation peuvent être observés sur les plaques minces de la roche siliceuse.

Sous ces différents points de vue on peut ainsi distinguer les roches suivantes :

1° Grès siliceux grossier sans fossiles (Suzac).

2° Grès grossiers siliceux avec débris de coquilles (Saint-Sordolin, Pontaillac, pointe de Vallières); les grains de quartz ont habituellement 0 millim. 6 à 0 millim. 8, mais ils cimentent quelquefois de gros galets, et la roche passe alors au poudingue (Vallières, Meschers). Le fossile le plus commun est une *Ostrea* du groupe de la *flabellula*, d'autres fossiles sont trop empâtés pour pouvoir être déterminés avec précision : *Turritella*, *Cytherea* (?), *Cardium*, etc. Mais le fossile le plus intéressant est une Nummulite, certainement différente de la *N. planulata* de Saint-Palais et qui se rapproche beaucoup de la petite forme de *N. biarritsana* que l'on désigne habituellement sous le nom de *Ramondi*; les plus gros échantillons (forme B. à microsphère) atteignent une dimension de 5 millimètres. Ajoutons encore que nous avons rencontré dans cette roche à Nummulites de rares fragments d'*Orbitolites complanata*. Des recherches persévérantes dans ces grès des Vallières arriveraient vraisemblablement à reconstituer une petite faunule très intéressante.

3° Silex présentant quelques rares grains de quartz assez gros (1 à 2 millim.) et habituellement très riches en Foraminifères variés, principalement des *Miliolidés* (Pontaillac, Foncillon, Saint-Georges, Suzac) : on peut signaler une espèce nouvelle de *Lituola* (découverte par M. R. Douvillé à la partie supérieure des calcaires à Oursins de Saint-Palais), l'*Orbitolites complanata* qui se rencontre également dans ces mêmes couches de Saint-Palais et des *Alveolina*.

4° Silex présentant de nombreux grains de quartz très petits (0 millim. 07); ils renferment en abondance les *N. planulata* et l'*Alveolina* cf. *oblonga* identiques aux formes que l'on rencontre dans les calcaires remaniés de la base des calcaires de Saint-Palais. On rencontre ce type de silex à peu près partout : à Saint-Palais même, mais seulement au sud-est de la conche du Bureau, sur les bords de la baie de Conseil et de la baie de Saint-Sordolin,

à Pontaillac, à Foncillon, à Suzac et au sud de la ferme de Compin, près Meschers. Sur ce dernier point les Nummulites et les Alvéolines sont encore calcaires.

Si l'on compare ces diverses roches avec la coupe que nous avons donnée plus haut du Tertiaire de Saint-Palais, on voit que les deux séries peuvent être rigoureusement parallélisées ; les grès siliceux 1 et 2 et les silex 3 et 4 correspondent exactement aux sables B, aux grès C et aux calcaires D et E. La seule différence c'est que l'élément calcaire est remplacé plus ou moins complètement par la silice. Les silex que nous venons d'étudier représentent donc des débris silicifiés et décalcifiés des diverses assises d'un terrain qui avait exactement la même composition que le Tertiaire de Saint-Palais.

Or ces silex ne sont pas roulés, ils se présentent souvent en blocs considérables et tout concourt à démontrer qu'ils n'ont pas été transportés ; ils n'ont guère subi qu'un déplacement vertical à la suite des actions de décalcification qui les ont isolés, et sur lesquelles nous reviendrons dans un instant. Mais dès maintenant, on peut considérer comme acquis que, à l'origine, les couches éocènes de Saint-Palais avaient une extension bien plus considérable que celle qu'elles présentent actuellement et qu'elles ont dû s'avancer au sud-est jusqu'à Meschers, recouvrant ainsi la plus grande partie de la craie supérieure à *Orbitoides media*. Le petit lambeau de 1.200 m. de longueur qui subsiste seul aujourd'hui à Saint-Palais, n'est donc en réalité qu'un témoin d'une formation beaucoup plus étendue et qui occupait environ 15 kilomètres sur la rive droite de la Gironde.

Il est peu probable que cette formation se soit étendue beaucoup plus loin de ce côté. Nous venons de voir en effet, qu'aux environs de Royan, elle est toujours en recouvrement de la craie à Orbitoides, il en est de même plus au sud dans la région de Blaye. Il existe donc une relation au moins de position entre l'Eocène et la craie supérieure. Or, ces couches à Orbitoides sont interrompues sur la rive droite entre Talmont et Saint-Thomas de Conac, par le prolongement de l'anticlinal du Pertuis d'Antioche qui fait arriver le Cénomanien jusqu'à Saint-Genis, à une douzaine de kilomètres au nord-est ; il est donc probable que les couches éocènes de Royan et de Blaye constituaient deux golfes distincts qui se rejoignaient seulement plus au sud. On sait du reste depuis longtemps que les couches de Saint-Palais se prolongent jusqu'aux écueils du phare de Cordouan et jusqu'à la pointe de Grave. Vers le sud-est les

sondages ont indiqué, principalement à la base des terrains tertiaires, des sables à Nummulites et, à ce point de vue, la découverte d'un niveau à Nummulites dans les grès de la pointe des Vallières, au-dessus des calcaires à Echinides de Saint-Palais, permettra probablement de préciser les relations d'équivalence de ces diverses couches.

Les observations que nous avons faites dans la région de Royan nous permettent de compléter encore la coupe de la partie inférieure du terrain éocène. Nous avons vu que l'existence d'une assise à *Nummulites planulata* et *Alveolina oblonga* est simplement indiquée à la partie inférieure des couches de Saint-Palais, par la présence de fragments de calcaires remaniés dans le conglomérat de base et caractérisés par la présence de grains de quartz très fins. Cette couche manque dans la partie ouest du dépôt et se montre seulement à son extrémité vers le sud-est. Or, immédiatement au-delà et dans cette même direction, on rencontre *en abondance* les silex E caractérisés par les mêmes fossiles *N. planulata* et *Alveolina oblonga*, et aussi par les mêmes grains de quartz très fins. On doit en conclure que dans toute la région de Royan il devait exister une couche de calcaire présentant les caractères correspondants ; c'est cette couche qui a dû fournir les fragments remaniés à la base des calcaires de Saint-Palais, elle était donc en réalité un peu inférieure aux couches qui affleurent aujourd'hui dans cette dernière localité.

Mais nous pouvons encore ajouter à cette coupe un terme plus ancien : à Royan même, dans les travaux du Fort et plus au sud, nous avons retrouvé principalement sur les parois des poches de décalcification, des lambeaux de sables jaunâtres très fins (0 millimètre 01 à 0,02) et très réguliers, qui habituellement sont entièrement dépourvus de fossiles. Ces sables sont particulièrement bien visibles sur les parois de la tranchée de la route qui conduit au cimetière de Meschers à la conche des Nonnes : sur le côté sud de cette route, ces sables sont légèrement argileux et grâce à cette moindre imperméabilité, nous avons pu y trouver sur un point d'assez nombreuses *Nummulites elegans* encore conservées. Tout semble indiquer que nous avons bien ici la couche de base de l'Éocène, au moins pour le bassin de Royan. Il est intéressant de signaler l'analogie de ces couches inférieures nouvelles avec celles qui ont été signalées dans la Chalosse par MM. Jacquot et Munier-Chalmas [1].

1. *C.-R. Ac. Sc.*, 31 mai 1886.

Le tableau suivant indique l'ensemble de nos connaissances actuelles sur le terrain tertiaire des environs de Royan, tel qu'il résulte de la coupe bien connue du calcaire de Saint-Palais et de l'étude complémentaire dont nous venons de résumer les points les plus importants :

Coupe de Saint-Palais	Silex entre Saint-Palais et Meschers
Marnes feuilletées sableuses grisâtres.	
Sables ferrugineux grossiers.	Grès quartzeux grossiers.
Grès grossier calcarifère ; à la base une couche de sable argileux avec *Ostrea flabellula*.	Grès quartzeux grossier, passant par places au poudingue avec *Ostrea* cf. *flabellula*, *Cardium*, *Turritella*, *Nummulites Ramondi* (auct.) [1], *Orbitolites complanata*.
Calcaire à Echinides avec Milioles et Alvéolines : au sommet *Orbitolites complanata* ; quelques gros grains de quartz ; — à la base couche de conglomérat avec fragments de calcaire gréseux verdâtre avec *Nummulites planulata* et *Alveolina oblonga* ; nombreux grains de quartz très fins.	Silex à Milioles et *Orbitolites complanata*, présentant quelques gros grains de quartz.
	Silex avec nombreux petits grains de quartz, *Nummulites planulata*, *Alveolina oblonga*.
	Sables fins jaunâtres à *N. elegans*.

Mode de gisement

Le mode de gisement des silex tertiaires des environs de Royan mérite de nous arrêter un instant. Habituellement ces silex se rencontrent à la surface du sol ; ils sont souvent assez gros pour

1. Malgré les derniers travaux dont les Nummulites ont été l'objet, la terminologie des Nummulites de l'Aquitaine manque encore beaucoup de précision : d'Archiac a distingué sous le nom de *Ramondi* Defr. des Nummulites à bords tranchants dont le diamètre atteint 6 millim. et qui ont beaucoup d'analogies avec les exemplaires que nous avons recueillis dans les grès de Vallières ; mais de la Harpe considère la *N. Ramondi* simplement comme une petite variété de *N. biarritsana* ; et en tout cas la vraie *N. Ramondi* de Defrance est probablement différente : elle provient du mont Perdu où elle est indiquée comme très abondante, et elle n'a pas beaucoup plus d'une ligne de diamètre ; elle se rapprocherait ainsi en réalité de *N. variolaria*.

être utilisés dans les constructions et dans ce cas ils tranchent par leur couleur brune avec les moellons de calcaire crétacé blancs ou jaunâtres, généralement employés.

Lorsque le sol est entamé par une tranchée assez profonde pour atteindre le terrain crétacé, on voit ces silex distribués sans ordre à la base des terrains superficiels. Mais très fréquemment la surface de la craie est profondément ravinée et présente des poches plus ou moins profondes à contours extrêmement irréguliers ; c'est le phénomène bien connu des poches de décalcification : elles sont remplies d'un sable très grossier dont les grains de quartz sont réunis par une argile habituellement rougeâtre. C'est à la base de ces sables grossiers que se rencontrent souvent les silex, tandis que sur les parois mêmes de ces poches on observe des lambeaux des sables à *N. elegans* bien différents des précédents par leur couleur jaunâtre, leur grain beaucoup plus fin et plus régulier et l'absence ou tout au moins la rareté de l'élément argileux. Presque toujours l'ensemble du contenu de ces poches paraît avoir été remanié à l'époque quaternaire, et les sables grossiers à leur partie supérieure passent insensiblement à la terre végétale.

Nous avons pu observer une de ces poches, tout à fait remarquable par ses grandes dimensions, dans les falaises qui s'étendent au nord-ouest du phare de Saint-Georges. Dans toute l'étendue de ce promontoire des Vallières, la surface de la craie est remarquablement déchiquetée ; les roches bien connues des Vallières doivent sans doute leur isolement et leur profil singulier à l'action des vagues, mais il suffit d'examiner attentivement les portions de la falaise voisine, non encore démantelées, pour voir que le travail de destruction a été en réalité largement préparé par des actions bien plus anciennes, qui ont donné naissance aux poches de décalcification, et très souvent le travail des vagues s'est borné à l'entraînement des sables et des matériaux peu résistants dont ces poches sont habituellement remplies. Sur certains points, la surface de la craie ainsi mise à nu présente des pyramides ou des pointes plus ou moins aiguës ; sur d'autres points elle se creuse de cavernes irrégulières presque toujours largement ouvertes à leur partie supérieure et qui tantôt s'allongent en forme de crevasses étroites, et tantôt se réduisent à des sortes de puits plus ou moins rétrécis.

Avant d'atteindre le phare, on peut voir dans la falaise une de ces poches de dimensions considérables, encore remplie de sables grossiers avec petits galets de quartz, cimentés par une argile qui est restée blanche dans toutes les parties qui n'ont pas été salies

par les eaux superficielles; on peut la suivre sur une cinquantaine de mètres de longueur et sa profondeur dépasse 10 mètres; elle paraît se prolonger beaucoup plus loin vers le nord-ouest dans la direction des rochers de Vallières. Vers le milieu de la hauteur de cette énorme poche, on distingue un banc disloqué mais encore presque continu de grès siliceux dont l'épaisseur est d'environ 0 m. 30 à 0 m. 40 dans la région nord et s'élève par places jusqu'à 1 mètre. Il est facile de voir que cette masse n'a pu subir aucun transport horizontal, elle a seulement éprouvé un mouvement d'affaissement vertical, à peu près comme les blocs de grès de Fontainebleau que l'on retrouve épars à la surface de la Brie, sur le prolongement des bandes de grès encore en place dans la forêt. Sur la pente de la falaise les blocs de grès éboulés sont entassés en un pittoresque chaos, et il est facile de les étudier de près : la roche est essentiellement un grès très grossier, passant par places au poudingue et ayant tous les caractères d'un dépôt littoral. Il présente assez fréquement des débris de coquilles, principalement des fragments plus ou moins complets d'une *Ostrea* du groupe de l'*O. flabellula* : nous avons reconnu en outre l'existence d'une *Turritella*, d'une *Cytherea* et des débris de *Cardium* et peut être de *Cardita*. Ajoutons encore quelques *Nummulites* clairsemées, appartenant au groupe des Radiées et des fragments d'*Orbitolites complanata*.

Le ciment du grès est formé de silice finement cristallisé : tantôt les débris de coquilles sont silicifiés, tantôt ils ont conservé leur composition primitive et leur test est resté calcaire : la silicification au moins partielle de la roche primitive est tout aussi incontestable que les actions de décalcification, qui ont fait disparaître la presque totalité de l'élément calcaire. En outre ces deux actions sont accompagnées de l'apparition d'argiles très particulières, qui rappellent par leur composition les argiles de filons ou halloysites.

On retrouve les indices d'actions analogues dans toute une série de dépôts géologiques dont les conditions de gisements ne paraissent pas encore complètement éclaircies : on peut citer dans cet ordre d'idées les argiles à meulières, les sables dits granitiques des environs de Vernon, les dépôts sidérolitiques du pourtour du Plateau central, les poches à minerai de fer et phosphate de chaux du Quercy. Dans tous ces dépôts on constate des actions de décalcification énergiques et l'apparition constante d'une argile pure, presque toujours réfractaire et d'une composition particulière; celle-ci est en outre associée à d'autres substances minérales

qui lui font une sorte de cortège, la silice plus ou moins calcédonieuse, l'oxyde de fer (minerai en grain), le phosphate de chaux.

On est généralement disposé aujourd'hui à expliquer ces formations spéciales par une simple action de décalcification générale, produite par les eaux atmosphériques toujours chargées d'une proportion plus ou moins considérable d'acide carbonique ; l'argile pure et son cortège de substances minérales particulières ne seraient que le résidu insoluble des roches dissoutes. Mais nous connaissons le résultat de cette altération superficielle des roches et précisément dans le cas où elle acquiert sa plus grande intensité, ce sont les dépôts de latérite si répandus dans toute la zone tropicale, ce sont les argiles à fragments de quartz de la côte de Guinée, prises quelquefois pour des dépôts glaciaires, les terres rouges de Madagascar, la pierre de Bienhoa en Cochinchine, etc. Il est vrai que la plupart de ces dépôts superficiels résultent de l'altération des roches cristallines. C'est au Tonkin et surtout sur les grands plateaux calcaires du sud de la Chine qu'il serait possible d'étudier de près et sur une échelle grandiose l'action dissolvante des eaux superficielles. Mais l'étude détaillée de ces dépôts n'a pas été faite et jusqu'à présent ces phénomènes généraux d'altération et de décalcification superficielles nous paraissent insuffisants pour expliquer l'intensité si inégale et la localisation toujours si marquée des phénomènes que nous venons d'étudier ou décrites, soit dans le Midi, soit dans le Nord et le Sud de la France. Il est difficile de voir dans cette argile pure dont la présence est si constante, le résidu de la dissolution des calcaires les plus divers et toujours un peu ferrugineux. Pourquoi, en outre, ces argiles sont-elles accompagnées ici de silice, là de minerai de fer en grains ou de phosphate de chaux ? La relation de ces dépôts avec la nature de la roche dissoute, ne peut être considérée comme rigoureusement établie. Les dépôts des environs de Royan présentent à ce point de vue un intérêt particulier, c'est que nous avons, en effet, un témoin encore conservé de la roche primitive, et que brusquement et à une très faible distance des calcaires de Saint-Palais, nous ne trouvons plus que les mêmes dépôts silicifiés et décalcifiés, sans que rien dans les conditions générales des dépôts puisse expliquer une résistance si inégale à des actions de décalcification générale ; et dans les calcaires conservés, pas plus que dans les formations superposées nous ne retrouvons trace des organismes siliceux auquel la silicification pourrait être attribuée.

La localisation des phénomènes nous paraît avoir pour conséquence forcée la localisation des causes ; à ces actions d'altérations

générales dont l'existence est incontestable, mais dont l'importance nous paraît exagérée, nous croyons que dans un grand nombre de cas il faut ajouter des actions locales, sources minérales ou autres qui expliqueraient ainsi non seulement l'apport de substances minérales particulières, mais qui encore permettraient de se rendre compte de l'intensité si marquée des phénomènes de dissolution sur des points particuliers et presque toujours dans le voisinage d'accidents tectoniques importants.

M. de Lapparent rappelle que, non seulement des grès siliceux mais de véritables meulières à Nummulites, se rencontrent avec le limon en divers points de la Picardie, en dehors des limites actuelles du massif tertiaire parisien. Il attribue cette transformation, non à des actions thermales, mais à une silicification d'origine externe. Des graviers feldspathiques, aujourd'hui disparus, auraient fourni, par décomposition de leur feldspath, la silice nécessaire à la réaction.

NOTE

SUR LES GRAPTOLITES DE LA CATALOGNE

ET LEURS RELATIONS AVEC LES ÉTAGES GRAPTOLITIQUES DE FRANCE

par M. Charles BARROIS

Les incessantes recherches de M. le chanoine J. Almera lui fournissent chaque année de nouveaux fossiles, qui viennent préciser et compléter graduellement nos notions sur la série stratigraphique de la Catalogne.

Les Graptolites que notre confrère a bien voulu me confier étendent nos connaissances sur les faunes graptolitiques de la péninsule Ibérique, décrites par M. J. Gonzalo y Tarin et par M. J.-F.-N. Delgado. La petite collection réunie par ses soins m'a permis de distinguer, dans le Silurien de ce massif, quatre faunes graptolitiques différentes, très voisines de celles que j'ai précédemment indiquées et suivies en France, de la Bretagne aux Pyrénées [1].

Les Graptolites trouvés jusqu'à ce jour par M. J. Almera, appartiennent tous au Gothlandien (Silurien, sensu-stricto). Ce terrain repose en Catalogne sur la grauwacke de Moncada, où je signalai en 1891, *Orthis Actoniæ* Sow., *O. calligramma* Dalm., *O. vespertilio* Sow., *O. testudinaria* Dalm., *Leptæna sericea* Sow., *Echinosphærites* cf. *balticus* d'Eichw., *Favosites* sp., faune qui me permit de rapporter la grauwacke de Moncada au calcaire de Rosan (Finistère), de Montauban de Luchon (Haute-Garonne), c'est-à-dire à l'Etage anglais de Caradoc. J'insistai alors sur l'intérêt de cette découverte paléontologique, puisqu'elle nous apprenait que la faune anglaise de Caradoc (calcaire de Bala) s'était étendue sur tout l'ouest de l'Europe, présentant les mêmes formes caractéristiques communes dans le Shropshire, le Finistère, l'Hérault, la Haute-Garonne et la Catalogne [2].

Les découvertes plus récentes de cette même faune, dans le massif du Canigou par M. Roussel [3], dans les Hautes-Corbières par

1. *A. S. G. N.*, XX, 1892, p. 75.
2. *A. S. G. N.*, XIX, 18 mars 1891, p. 67.
3. Roussel. *B. C. G. F*, VIII, 1896, n° 52.

M. Bresson [1], sont venues depuis confirmer ces vues, acceptées d'ailleurs par M. Frech, qui les a généralisées, dans son remarquable essai de synthèse des mers siluriennes.

Les étages gothlandiens qui succèdent, en Catalogne, sont également des formations déposées dans une mer ouverte, assez profonde, mais non abyssique, à sédiments de schistes fins, siliceux ou ampélitiques, plus ou moins pyriteux et calcaires, où le carbonate de chaux se concentre en nodules, riches en Orthocères et en Lamellibranches paléoconques. L'examen de leur faune et les notes stratigraphiques de M. J. Almera concordent pour les ranger dans l'ordre suivant, en débutant par les plus anciens.

1. Étage de Can Ferrès.

Schistes blancs, fins, siliceux, de Can Ferrès (Santa-Creu de Olorde) :

Diplograptus sinuatus Nich.
— *palmeus* Barr.
Monograptus convolutus His
— *lobiferus* Mac Coy.
Monograptus lobiferus, var. *Marri* Perner.
— *crenularis* Lapw.
— *gemmatus* Barr.

Schistes blancs, siliceux, du Colle de la Mata au Pas de la Lladres (sentier de Vallvidrere à Santa-Creu de Olorde) :

Monograptus proteus Barr.
— *communis* Lapw.
Monograptus attenuatus Hopk.
— *jaculum* Lapw.

Schistes blancs de Mas Duran, S. Vicens de la Horts :

Monograptus convolutus His.

Schistes blancs, jaunâtres, de Brugues :

Monograptus proteus Barr.
— *Hisingeri* var. *jaculum* Lapw.
— *Hisingeri* var. *nudus* Lapw.
Monograptus concinnus Lap.
— *vomerinus* Nich.
— *nuntius?* Barr.

C'est par erreur que *Monograptus basilicus* et *M. colonus* avaient été rapportés antérieurement à ce niveau de Brugues. Par sa faune, il paraît un peu supérieur aux précédents.

La faune de ces divers gisements suffit à établir le parallélisme de l'étage de Can Ferrès, avec celui des phtanites de l'Anjou.

1. Bresson. *B. C. G. F.*, XII, 1900, n° 80, p. 60.

2. Étage de Camprodon

Schiste noir ampéliteux, pyriteux, à nodules calcaires, de Camprodon, Ravin Masot, Las Cortadas, où nous avons reconnu : *Dalmanites longicaudatus* Murch., *Aptychopsis primus* Barr., Orthocères, *Atrypa sapho* Barr., *Leptæna* sp., *Dualina annulosa* Barr., *D. novella* Barr., *D. inexplicata* Barr., *D. fidelis* Barr., *Dalila resecta* Barr., *Cardiola bohemica* Barr., *Lunulicardium simplex* Barr., *L. angulosum* Barr., *Avicula* cf. *mira* Barr., etc.

Cyrtograptus Grayi Lapw.	*Monograptus galaensis?* Lapw.
Monograptus turriculatus Barr.	— *lobiferus?* Mac Coy.
— *Hisingeri* Carr.	— *Becki* Barr.
— *concinnus* Lapw.	— *gemmatus* Barr.
— *priodon* Bronn.	

Cette belle faune, recueillie par les soins de M. J. Almera et de M. J. Roussel, caractérise l'étage de Gala-Tarannon.

Les gisements des environs de Barcelone sont moins bien caractérisés, tel celui de Torre Vileta Cervello à *Monograptus jaculum* Lapw., *M. Salteri?* Gein., localité ou plusieurs zones graptolitiques sont certes représentées à la fois.

La liste précédente permet d'identifier l'étage de Camprodon, à l'étage des ampélites de Poligné (Bretagne), à ceux des Pales-Rases et de Sentein dans les Pyrénées [1].

3. Étage de Gracia

Les ampélites de Santa-Creu de Olorde, inférieures d'après M. J. Almera, aux schistes à nodules calcaires de cette localité, sur laquelle nous reviendrons plus loin, ont fourni *Monograptus priodon* Bronn.

Cette même espèce se retrouve en un autre gisement, dans un schiste argileux pâle, « debajo Castell Sigri, molino del Rey à Santa-Creu de Olorde ».

Un schiste noir, en grandes plaques, de C. Tintorei de San-Bartomeu de la Cuadra, près Santa-Creu de Olorde, a fourni aussi le *Monograptus priodon* Bronn, variété recourbée, concave, dans la partie proximale de l'hydrosome, comme en Bohême, et distincte des types anglais.

Ce niveau paraît également réprésenté dans la série des schistes noirs ampélitiques de Torre Vileta Cervello à *M. riccartonensis*.

1. *A. S. G. N.*, XX, 1892, p. 191.

Le schiste compact ampéliteux de Gracia, à Barcelone, fournit :

Monograptus priodon Bronn. *Monograptus dubius* Suess.

De mauvais échantillons de cette localité rappellent des formes caractéristiques d'étages plus récents *Monograptus vulgaris* ? Wood., *M. Nilssoni* ? Barr.

Les espèces citées autorisent l'attribution de ces gisements au même étage que les ampélites de la Ménardais, d'Andouillé en Bretagne, de Montmajou dans les Pyrénées.

4. Étage de Cervello

Les sphéroïdes calcareux de Vallcarca avec *Ceratiocaris*, ont fourni :

Monograptus Rœmeri Barr. *Monograptus Flemingii* Salt.

Les nodules siliceux contiennent à Moncada :

Monograptus colonus Barr.

Les schistes de Santa-Creu de Olorde avec nodules calcaires à Orthocères et à Lamellibranches, *Cardiola interrupta* Sow., *Panenka* cf. *humilis* Barr., *Præcardium quadrans* Barr., *Lunulicardium confertissimum* Barr., *Kralovna* cf. *catalaunica* Barr., *Nucula* sp., reposent sur des schistes ampélitiques à *M. priodon* et appartiennent à ce quatrième étage.

Aux environs de Torre Vileta Cervello, des schistes noirs ampélitiques contiennent : *Monograptus colonus* Barr., *Monograptus Nilssoni* Barr. (non *tenuis*). *Cyrtograptus* cf. *moniliformis* Tullb., (non *Murchisoni*).

Les schistes bleus rougis de Cervello (trajet du château à l'ermitage du Remey), supérieurs au gisement précédent de la Torre Vileta Cervello, d'après M. J. Almera, contiennent beaucoup de Monograptes sulfureux, altérés, déformés irrégulièrement et non aplatis dans la roche. Mes échantillons ne sont pas déterminables, mais rappellent *Monograptus Nilssoni*, *M. uncinatus*, *M. colonus*, de l'étage de Ludlow.

La faune de cet étage le range parmi les couches de France rattachées au *Wenlock supérieur* sur mon tableau des faunes graptolitiques de France [1], et sur l'âge desquelles nous reviendrons plus loin.

1. *A. S. G. N.*, XX, 1892, p. 190.

Des divisions du Gothlandien français

BRETAGNE : Le premier essai de classification des couches gothlandiennes de France est dû à MM. de Tromelin et Lebesconte qui y distinguèrent, dans l'ouest de la France, trois niveaux distincts :

Calcaires ampéliteux.
Schistes ampéliteux.
Grès culminants.

Leur liste de fossiles est principalement établie par comparaison avec les types de Bohême. Les espèces signalées, 80 environ, se retrouvent dans les colonies de Barrande, et la série française est rapportée à la phase initiale de la Faune Troisième.

La faible épaisseur de ces formations en Bretagne, jointe au mauvais état de leurs affleurements rendent extrêmement difficile et précaire l'observation de la superposition des niveaux ; aussi la comparaison de leurs faunes avec celles des régions plus favorisées était-elle appelée à rendre les plus grands services. Toutefois le choix du massif de Bohême, pris comme terme de comparaison, était peu favorable ; les observations de M. J. Perner [1] ont relevé les confusions commises dans les attributions stratigraphiques des faunes magistralement décrites par Barrande, et l'ont forcé de conclure à la nécessité de remanier complètement le groupement des fossiles de ce bassin, en niveaux stratigraphiques, pour en faire correspondre les listes à la succession réelle des divers niveaux, dans le temps.

La comparaison avec la série anglaise, établie sur des bases plus solides, par les recherches stratigraphiques de tant de savants indépendants, devait donner des résultats plus décisifs.

On s'accorde à reconnaître dans la série silurienne de ce pays, quatre étages principaux, divisés eux-mêmes en un grand nombre de zones paléontologiques, et qui sont :

Etage de Ludlow.
— Wenlock.
— Tarannon.
— Llandovery.

Je pus indiquer en 1891, en me basant principalement sur l'étude des Graptolites obligeamment communiqués par un grand nombre

1. J. PERNER. Graptol. de Bohême, Introduction, notice IV, 1899.

de nos confrères, que le Gothlandien de France, beaucoup plus complet que l'on ne l'avait supposé, présentait des faunes diverses correspondant respectivement à celles des trois étages de Llandovery, de Tarannon et de Wenlock : la présence du quatrième étage, ou étage de Ludlow, a été établie par les recherches ultérieures de M. Kerforne, qui ont même tenté de distinguer dans ces étages, les subdivisions ou zones de la série britannique.

Ces quatre étages gothlandiens présentent les caractères généraux suivants, quant à leurs faunes graptolitiques :

Étage de Llandovery : L'existence de cet étage en Bretagne (phtanites de l'Anjou) et en Catalogne (phtanites de Can Ferrès) n'est pas seulement indiquée par la présence dans ces régions d'espèces communes, délicates à spécifier : elle est établie par les caractères généraux de la faune, c'est-à-dire par la prédominance des *Monograptus* du type *lobiferus*, et leur association habituelle aux genres *Rastrites*, *Climacograptus*, *Diplograptus*.

Etage de Tarannon : l'existence de cet étage en Bretagne (ampélites de Poligné) et en Catalogne (Camprodon), est attestée à la fois par l'existence d'espèces communes et parce qu'il est caractérisé de même par l'apogée du genre *Monograptus*. Le groupe *M. lobiferus* y est associé à de nombreux représentants du groupe du *M. Sedgwickii*, du *Nilssoni*, du *Hisingeri*, du *Flemingii*. Rareté ou absence des *Diplograptidæ*. Remplacement de *Rastrites* par *Cyrtograptus*.

Etage de Wenlock : l'existence de cet étage en Bretagne (Andouillé, la Ménardais) et en Catalogne (Gracia) est prouvée aussi par les caractères de la faune : présence des *Cyrtograptus*, *Retiolites*, seuls genres de Graptolites associés aux *Monograptus*, qui de leur côté sont représentés surtout par le type *Flemingii*, à hydrosome concave du côté de la virgula, dans sa portion proximale.

Etage de Ludlow : cet étage présente en Catalogne (étage de Cervello) et à Crozon (Bretagne) où il a été signalé par M. Kerforne, les caractères graptolitiques reconnus en Angleterre par Miss E.-M.-R. Wood, à savoir, disparition de *Cyrtograptus*, prédominance des *Monograptus* du type *colonus* et développement des Monograptes épineux.

Les caractères distinctifs, si nets, des faunes graptolitiques de Wenlock et de Ludlow n'ont pu être donnés que tout récemment, depuis les travaux de M. J. Perner [1], MM. Elles et Wood.

1. J. Perner. Graptolites de Bohême. Prague, 1899

Mlles G.-L. Elles [1] et E.-M.-R. Wood, reconnurent que la coupure entre les étages de Wenlock et de Ludlow, dans le pays de Galles, avait été malheureuse en raison de l'identité de leurs caractères lithologiques, et qu'en réalité les couches de cette région classique, rapportées au Ludlow ne représentaient que le Ludlow supérieur : on avait englobé dans les *Wenlock shales*, le *Ludlow inférieur* de cette contrée ; et M. Lapworth [2] avait été ainsi amené à séparer la faune graptolitique du Lower Ludlow, de celle du Upper Ludlow, pour la réunir à celle de Wenlock.

Par suite, nombre de gisements du continent, rapportés au *Wenlock supérieur*, doivent actuellement passer dans l'étage de *Ludlow* ; c'est ce qu'établit Miss E.-M.-R. Wood, en signalant en 1900 [3], que j'avais cité dans les divers massifs gothlandiens français : « Many species *now known* te be of Lower Ludlow age. » J'avais en effet rapporté aux « *Wenlock shales* plutôt qu'à la zone à *C. Murchisoni* » [4], du Wenlock inférieur, les niveaux graptolitiques supérieurs de France, qui m'avaient fourni *M. Rœmeri*, *colonus*, *bohemicus*, et qui doivent réellement passer dans l'étage de Ludlow, tel qu'il est défini dans les travaux récents. Cet étage se trouve ainsi représenté de la Bretagne à la Catalogne, dans tous les massifs où l'étage de Wenlock a été signalé, et que nous allons passer brièvement en revue.

Les étages de Ludlow et Wenlock d'une part, ceux de Tarannon et Llandovery d'autre part, se montrent souvent associés dans la contrée considérée, laissant supposer que l'extension des mers n'a pas été exactement la même au début et à la fin du Gothlandien.

Languedoc : Les travaux de M. de Rouville et de M. Bergeron ont établi l'existence de deux niveaux dans le Gothlandien du Languedoc.

Un niveau inférieur à *Arethusina Koninckii* Barr., correspond à l'étage de Wenlock ; il a fourni *M. priodon* var. *Flemingii*. Le niveau supérieur à *M. bohemicus*, *M. colonus*, *M. Rœmeri*, *M. Nilssoni*, se rapporte à l'étage de Ludlow.

Les étages inférieurs de Llandovery et Tarannon n'ont point encore été observés dans le Languedoc.

Pyrénées : Les recherches de MM. Caralp, Maurice Gourdon, Roussel, Viguier, Bresson, dans les Pyrénées et les Corbières y ont

1. G.-E. Elles. *Q. J. G. S.*, vol. 56, 1900, p. 370.
2. C. Lapworth. *Ann. and Mag. nat. Hist.*, ser. V, vol. 5, 1880, p. 48.
3. E.-M.-R. Wood. *Q. J. G. S.*, vol. 56, 1900, p. 418.
4. *A. S. G. N.*, XX, 1892, p. 102.

relevé la présence des étages de Tarannon (Pales-Rases, Sentein), de Wenlock (Montmajou), de Ludlow (Garreaux ?); l'étage inférieur de Llandovery est encore inconnu dans les Pyrénées.

Normandie : Je n'ai point eu entre les mains de documents suffisants de cette région ; les espèces citées permettent de reconnaître les étages de Wenlock et de Ludlow. Les étages de Llandovery et de Tarannon sont inconnus.

Ardennes : Les travaux de M. Malaise ont fait connaître l'existence dans ce massif des quatre étages gothlandiens de Llandovery (Grandmanil), Tarannon (Grandmanil), Wenlock (Naninne), Ludlow (Malonne).

L'étage de Ludlow présente un développement extrême et inattendu dans les dépendances françaises de l'Ardenne, car c'est à lui qu'il convient de rapporter, non seulement les schistes à Graptolites de Cafliers (Boulonnais), mais les gisements siluriens récemment reconnus dans les sondages, exécutés au sud du bassin houiller du Pas-de-Calais, pour la recherche de la houille.

On sait que les schistes et calcaires rencontrés au sud de ce bassin ont été rapportés successivement au *Calcaire Carbonifère*, puis au *Gothlandien*. Depuis lors, la continuation des recherches dans le Pas-de-Calais a appris qu'on pouvait distinguer deux niveaux dans les couches siluriennes traversées par les sondages : l'un, à *Dayia navicula*, rencontré à Liévin, où cette espèce, loin d'être disséminée dans la masse des terrains traversés par les puits, est limitée à un banc de peu d'épaisseur, presque entièrement formé par cette petite coquille; l'autre, rencontré à Méricourt, et aussi à Liévin, et qui a été comparé à l'étage de Ludlow [1], et à celui de Mondrepuits [2].

Si, d'autre part, on se rappelle qu'en Angleterre, dans le pays de Ludlow, le sommet du Silurien présente les divisions suivantes [3] :

Ludlow supérieur (pauvre en Graptolites).
Calcaire d'Aymestry à *Pentamerus Knightii*.
Ludlow inférieur (riche en Graptolites, *M. Nilssoni*, etc.).

et que dans les districts voisins de Builth, la zone moyenne du *calcaire d'Aymestry* perd son importance, pour être représenté par un simple lit calcaire, épais de 3 mètres, essentiellement formé de

1. *A. S. G. N.*, XXVII, 1898, p. 225.
2. *A. S. G. N.*, XXIX, 1900, p. 22.
3. La bibliographie de la question se trouve bien exposée dans l'ouvrage précité de Miss Wood, p. 420.

coquilles de *Dayia navicula* [1], on ne saurait hésiter à assimiler le banc à *D. navicula* de Liévin, à celui de Builth. C'est ce que confirme la coexistence à ces niveaux, de formes communes : *Calymene Blumenbachi*, *Acaste Downingiæ*, *Dayia navicula*, *Atrypa reticularis*, *Discina rugata*, *Orthis lunata*, *Orthis orbicularis*, *Spirifer octoplicatus*, *Spirifer elevatus*, *Rhynchonella borealis*, *lacunosa*, *Wilsoni*, *Strophomena rhomboidalis*, *Lingula Lewisii*, *Tentaculites*, *Ceratiocaris*, etc.

La comparaison de la faune de Méricourt (Liévin supérieur) avec la faune du Ludlow supérieur s'impose ainsi, comme une conséquence nécessaire.

Le schiste à *M. colonus* de Caffiers représente le Ludlow inférieur. Le niveau inférieur de Liévin à *D. navicula*, représente le Ludlow moyen.

Conclusions

Les Graptolites recueillis par M. J. Almera en Catalogne permettent de signaler l'existence dans cette partie de l'Espagne, des quatre étages graptolitiques, distingués dans le Gothlandien par les savants anglais.

4.	Étage de Cervello	(*Ludlow*)
3.	— de Gracia	(*Wenlock*)
2.	— de Camprodon	(*Tarannon*)
1	— de Can Ferres	(*Llandovery*)

Leur concordance avec les étages indiqués en France, confirme nos notions sur la vaste extension des mers gothlandiennes à l'ouest de l'Europe. L'étendue de ces eaux tranquilles, devait nécessairement être suffisante pour permettre la dissémination, de l'Espagne à l'Angleterre, à l'abri d'apports clastiques continentaux, de colonies libres de Graptolites et de leurs gonozoïdes errants. La profondeur de ces mers ne pouvait d'autre part être très grande : d'après sir John Murray, en effet [2], les mers paléozoïques n'étaient pas profondes ; de plus les faunules graptolitiques présentent des variations locales, et leurs zones offrent des transgressions complexes, enfin le voisinage de terres fermes et l'existence de courants littoraux sont attestés par les alternances fréquentes, avec ces dépôts organogènes de sédiments clastiques, de débris volcaniques, et même, d'après M. Denckmann [3], de restes de végétaux terrestres.

1. Wood : *l. c.*, p. 417; et Murchison. *Siluria*, 1839. p. 315.
2. Sir John Murray. *Report of the British association*, 1899, p. 789.
3. Dr A. Denckmann. Geol. Bau d. Kellerwaldes. Berlin, 1901, p. 23.

Mais on ne pourra comprendre les relations de ces mers anciennes et indiquer les migrations de leurs faunes, que quand on sera parvenu à la connaissance des zones paléontologiques groupées dans cette note, en quatre étages systématiques. Actuellement nous manquons encore de listes de fossiles suffisamment détaillées et complètes, comparables à celles qui ont été données par les savants anglais et scandinaves; nous savons seulement que la réapparition de mêmes faciès, à l'époque silurienne, a suffi dans tout l'ouest de l'Europe, pour permettre le développement, dans les divers massifs, de faunes ayant entre elles de nombreuses espèces communes.

QUELQUES REMARQUES
SUR
LES PHÉNOMÈNES OROGÉNIQUES
ET LA
FORMATION DES GROTTES ET DES CLUSES
DANS LE JURA MÉRIDIONAL

par M. Emile CHANEL

On sait que l'épaisseur des couches sédimentaires est, en général, plus grande dans les régions montagneuses que dans les plaines. En étudiant notre Jura, dans l'Ain, on constate que les terrains diminuent en ancienneté et augmentent en puissance de l'ouest à l'est. La profondeur de la mer allait donc en augmentant dans cette direction et le Jura avait par suite une inclinaison précisément inverse de celle qu'il a aujourd'hui.

Les couches sédimentaires relevées par plissements ont parcouru, en projection horizontale, des distances variables d'après l'importance du pli. Nos étages du Jura ont été, en général, reportés à l'ouest; par suite, quand on étudie ces dépôts, on doit tenir compte de cette considération pour se représenter la configuration des anciennes mers.

Le *nombre* et l'*importance* des plissements engendrés au fur et à mesure que s'accomplit l'effort de compression varient suivant l'énergie de l'effort.

Cette remarque fournit l'explication de la formation de certaines

grottes et de certains gouffres ou précipices. Ces excavations résultent du travail des eaux soit souterraines, soit superficielles. Or, quand l'entrée d'une grotte se trouve à flanc de coteau comme celle de Hautecour (voir la feuille de Nantua) et beaucoup d'autres que nous avons explorées, où est le cours d'eau générateur ? Je crois pouvoir affirmer que c'est la rivière qui coule ou dans le thalweg actuel ou dans le voisinage. Ainsi, c'est le Suran qui aurait creusé la grotte de Hautecour alors que le pli anticlinal où elle se trouve (mont Rosset et mont de Corent) n'existait pas encore. Ce pli a rejeté le Suran à l'ouest ; l'entrée de l'excavation, qui était verticale, doit être inclinée ainsi que toute la grotte elle-même *et c'est bien ce qui existe* sur le versant produit.

Cette explication s'applique naturellement aux autres gouffres qu'on trouve sur le même versant, à Changadoz, à Charinas, 100 m. de profondeur, vers Meyriat (au sud), ainsi que sur le versant opposé, comme le gouffre au pied de la tour de Bohan, 55 mètres de profondeur. Le pli anticlinal qui sépare actuellement la vallée du Suran de la vallée de Hautecour n'existait pas et si on le supprime par la pensée on se représente bien la grande vallée dans laquelle le Suran coulait.

Du reste le Suran actuel continue pareil travail de nos jours puisqu'il se perd à partir de Chavannes (au nord de Villereversure, feuille de Saint-Claude) pour reparaître plus bas. Il doit donc, dans son cours souterrain, creuser des chambres et des puits et par conséquent, en supposant qu'un nouveau pli analogue se produise on verrait des grottes et des gouffres présentant une disposition semblable à celle de Hautecour et des autres localités indiquées.

Ce Suran d'alors était beaucoup plus important qu'à l'heure actuelle puisque les deux vallées de Villereversure et de Romanèche (au sud) n'en faisaient qu'une et l'on peut dire que c'est lui et l'Ain, aidés de leurs affluents et des agents atmosphériques, qui ont démantelé et détruit les étages crétacés, si bien qu'il ne reste plus, dans toute la région, qu'un lambeau de craie, de Leyssard à Solomiat, un peu plus à l'est, et un autre vers le lac de Genin. Et les sables provenant de cette désagrégation ont servi en grande partie à constituer, en dehors des amas dont nous parlerons tout à l'heure, les couches sableuses, alternant avec des couches marneuses, que l'on observe, à partir de 20 m. de profondeur environ, dans toute la cuvette bressane jusqu'à la Saône. L'effort orogénique a amené, en effet, un mouvement de bascule qui s'est traduit par un affaissement contre les monts du Beaujolais, du Mâcon-

nais, etc., avec *déchirures* des assises jurassiques par suite du retrait à l'est, et c'est pourquoi toutes ces couches sableuses et marneuses plongent à l'ouest.

L'affaissement contre les Cévennes, axe de résistance à l'effort de refoulement, a été d'autant plus important que *la chaîne créée en face prenait une altitude plus grande.* On s'explique ainsi la différence de niveau de 100 m. entre les alluvions des collines du Mâconnais et du Chalonnais et les dépôts analogues de la plaine delphino-savoisienne sans avoir besoin de recourir à la théorie du *lac bressan* (Arcelin) dont l'existence est loin d'être démontrée, ni à celle des *barrages des vallées du Rhône et de la Saône* (Falsan et Chantre) que M. Chantre abandonne parce qu'on « ne trouve, en effet, nulle part, ni dans le Dauphiné, ni à Lyon, les traces d'un barrage ayant pu faire refluer les eaux à plus de 100 m. de hauteur et à plus de 60 km. au nord » [1].

Une autre preuve de la création de ces derniers plis tertiaires et de leurs conséquences est la suivante : en bien des points, sur les deux rives du Suran, à flanc de coteau et à l'altitude de 350 à 400 m. près du village de Grand-Corent, sur la montagne du Petit-Corent, etc., on observe des dépôts de sables cristallins accompagnés d'argiles de diverses couleurs. L'origine de ces *grès* et *argiles bigarrées* a longtemps préoccupé les géologues. On les trouve même au fond de la grotte de Hautecour où ils sont d'une blancheur éclatante : ce sont des grains de quartz hyalin d'une grande finesse ; on dirait du verre pilé. Ces sables cristallins possèdent un assez grand pouvoir corrodant, 4 à 5 fois plus faible cependant que le sable de Fontainebleau.

Loin de leur attribuer une origine hydrothermale ou geysérienne on doit les considérer comme une formation particulière qui s'est effectuée entre deux périodes de soulèvement, la première amenant le démantèlement des étages de craie et fournissant les matériaux de la dite formation, la deuxième produisant les derniers plis lesquels ont amené, entre autres résultats, la destruction à peu près complète de la formation en question. Cela explique pourquoi ces sables cristallins ne se trouvent que par places ; ils occupent généralement des poches dans les calcaires jurassiques ; l'autre partie disparue, la plus grande, a été charriée par les eaux et ce transport a fait perdre à ces sables particuliers leur pureté d'abord et leur texture cristalline.

Où sont allés ces sables remaniés ? D'abord, il est clair que les

1. Ernest CHANTRE, thèse, Lyon, 1901, page 64.

cours d'eau en ont emporté une bonne part ; la Saône, rejetée ensuite à l'ouest, les a abandonnés sur la plaine bressane ; l'Ain en a formé des terrasses, avec cailloux calcaires, sur sa rive gauche surtout ; le Suran, rejeté aussi à l'ouest comme les précédents, en a laissé d'énormes amas dans le grand cul-de-sac de Cize, Romanèche et Hautecour formé par la création de l'anticlinal du mont Rosset et du mont de Corent et enfin de *puissants torrents*, conséquence du soulèvement, ont emporté le reste.

Ces torrents débouchaient naturellement des *cluses* dont nous allons parler et parmi eux nous pouvons citer celui de Ceyzériat et celui de Treffort. Ce dernier a donné le conglomérat important de cailloux calcaires que l'on observe à Sanciat entre Jasseron et Meillonnas et aussi un grand amas de sable avec silex que l'on exploite, sur une hauteur de plus de 6 mètres en avant de Sanciat, sur le bord de la route qui vient de Jasseron.

Plus tard, à la fin du mouvement orogénique *et comme conséquence de l'altitude acquise* les glaciers sont venus ; leurs torrents ont utilisé les lits des anciens torrents dont il vient d'être question et par suite les matériaux anciens, *calcaires*, ont été remaniés et se sont chargés de cailloux alpins.

Des torrents analogues, plus puissants sans doute que ceux de Treffort et de Ceyzériat, se sont créés sur le flanc est des monts du Mâconnais au fur et à mesure que l'affaissement s'accentuait, et ce sont eux qui ont charrié les nombreux blocs erratiques, d'origine sûrement beaujolaise, que l'on observe sur la contrée de la rive gauche de la Saône. Pour expliquer leur présence vers Thoissey, etc., M. Chantre admet l'existence de *glaciers beaujolais* et que l'un d'eux, celui de la Mauvaise, *a traversé la Saône* [1]. MM. Delafond et Depéret [2], au contraire, pensent que les terrains en question résultent d'alluvions déposées par des cours d'eau descendant des montagnes et que les blocs volumineux proviennent d'éboulements et ont subi un charriage ; pour eux, l'absence de boue glaciaire et de moraines formant des mamelons sont des arguments péremptoires. Notre explication concorde avec cette opinion : les blocs erratiques ont été arrachés par les assises sédimentaires qu'ils supportaient, lors du retrait à l'est de ces dernières, puis ils ont été charriés ; ils n'ont pas eu à traverser la Saône qui n'était pas alors sur leur parcours mais plus à l'est. Quand la Saône eût été rejetée à l'ouest, elle dut se creuser un nouveau lit et remanier les dépôts antérieurs avec les débris des faunes qu'ils renfermaient.

1. E. Chantre, thèse, pages 54 et suivantes.
2. Terrains tertiaires et quaternaires de la Bresse, page 211.

Elle a donc dû donner en certains points, *vers les coudes*, des alluvions *très mélangées*. Or, c'est précisément ce que l'on observe dans une sablière de Villefranche-sur-Saône, en amont de son grand coude d'Anse, où MM. Depéret et Chantre ont récolté une « *faune très complexe* avec des silex moustériens, découvertes qui donnèrent lieu à de vives discussions au sein des Sociétés géologique et anthropologique de Paris »[1].

Cassures longitudinales. — Sous l'influence de l'effort orogénique la voûte des plis anticlinaux formés s'est souvent rompue et on a ainsi les cassures longitudinales. Dans le Jura les dépressions fréquentes qui résultent de ces déchirures portent le nom de *combes*.

Comme grandes cassures longitudinales nous pouvons citer entre autres celle qui passe par Petit-Corent, Germagnat, Saint-Julien et celle qui passe par Cornod, Thoirette, Heyriat, Leyssard, etc. L'Ain, rejeté à l'ouest, coule actuellement contre une des lèvres relevée. Et ainsi on s'explique, d'une part, la formation par cette rivière, sur sa rive droite, des *bénitiers*, comme ceux que l'on observe vers le viaduc de Cize (ligne de Bourg à Bellegarde) et, d'autre part, les grandes terrasses inclinées, sables et cailloux calcaires roulés, sur sa rive gauche. Ces bénitiers sont à des hauteurs diverses au-dessus du lit actuel de l'Ain (jusqu'à 70 m.) *les eaux de l'Ain ne sont pas montées jusque là ; ce sont les roches qui ont été relevées* ; et les grès que l'Ain charriait alors donnaient à ses eaux un pouvoir corrodant considérable.

Cassures transversales et cluses. — Au moment où l'effort orogénique passe par une phase de maximum capable de produire de nouveaux plis et d'augmenter l'importance des préexistants, ces derniers jouent évidemment les uns par rapport aux autres le rôle de contreforts et alors deux cas sont à examiner :

1° Si, par suite de leur parallélisme et de leur constitution ils offrent une résistance uniforme, l'effort orogénique se traduira chez tous par une surélévation plus grande mais allant en diminuant dans le sens de l'effort. Dans ce cas, évidemment exceptionnel, il ne se produira que des ruptures de voûtes et des failles.

2° Si la résistance à l'effort n'est pas partout la même, une cassure transversale pourra se produire. Et s'il y a une succession de plis ils se transmettront les uns aux autres la même action de refoulement et par suite le résultat précédent les affectera en diminuant d'importance, c'est-à-dire que les plis successifs auront

1. E. Chantre, thèse, page 75.

des cassures transversales. Toutes ces cassures ont une même direction et se présentent ou en ligne droite ou en zig-zag.

Les explorations de grottes et de gouffres que nous avons faites nous ont permis de contrôler cette conclusion théorique. L'année dernière nous sommes descendu dans un gouffre au lieu dit *le Glesson* [1], a 2 kil. au nord d'Heyriat, commune de Sonthonnax. C'est une diaclase de 40 m. de profondeur, sa direction est est-ouest et l'inclinaison des deux lèvres est de 70 à 80°. Or, cette année, en explorant la grotte de Corveissiat, nous avons constaté que la dite grotte se continuait par une rivière souterraine laquelle, à 200 m. environ de l'entrée, se termine brusquement par une diaclase dont la direction est encore est-ouest et l'inclinaison des lèvres de 70 à 80°. Les deux chaînons de Sonthonnax et de Corveissiat sont séparés par la rivière d'Ain et la distance entre les deux diaclases est de 3 kil. environ.

A notre avis c'est le même effort orogénique ou l'ensemble des efforts successifs qui a produit la grande cassure transversale suivante : Fort l'Écluse, Nantua, la Cluse, cours d'eau souterrain du tunnel de Nuricu ? — Diaclase de Sonthonnax — Diaclase de Corveissiat — Chartreuse de Sélignac — Treffort.

(Direction E.S.-O.N. ; en zig-zag)

Si des plis anciens n'existent pas en avant d'un ensemble et que l'effort de refoulement n'en produise pas ce sera tout cet ensemble qui sera reporté à l'ouest (nous supposons toujours la compression venant de l'est). Il prendra la forme d'un immense éventail. Mais alors, dans ce mouvement de translation, les assises calcaires qui sont à la partie centrale de l'éventail, parcourant le plus grand chemin, vont se disjoindre et donner une grande cassure transversale.

C'est ainsi que nous nous expliquons la grande cassure de Saint-Rambert en Bugey. (Voir la carte, feuille de Nantua).

Enfin, aussi bien dans cette dernière hypothèse que dans le second cas examiné les eaux utiliseront la cassure, chemin naturel qui leur est offert, l'agrandiront et de leur travail résulteront, en certains points, des cluses plus ou moins importantes avec ou sans lacs.

1. *Bulletin Société des Naturalistes de l'Ain*, n° 3 à 9.

SUR QUELQUES GRANDES VÉNÉRICARDES DE L'ÉOCÈNE

par M. **COSSMANN.**

On sait que les couches éocéniques présentent, des deux côtés de l'Atlantique, dans le Bassin anglo-parisien, d'une part, aux Etats-Unis sur toute la bande orientale, d'autre part, une succession tout à fait comparable d'assises, qui se correspondent assez exactement. Ce fait a été, tout récemment encore, confirmé par les travaux de MM. Dall et Gilbert-Denison Harris, qui ont proposé d'assimiler :

Le *Vicksburgien*, à l'Oligocène moyen et inférieur ou au Stampien et au Sannoisien ;
Le *Jacksonien*, à l'Eocène ou au Bartonien ;
Le *Claibornien*, à l'Eocène moyen ou au Parisien ;
Le « *Lignitic stage* », à l'Eocène inférieur ou au Sparnacien et à l'Yprésien ;
Le « *Midway stage* », au Paléocène ou au Thanétien.

Ce parallélisme, assez satisfaisant à l'œil, paraît d'ailleurs étayé sur des arguments paléontologiques assez sérieux : l'allure respective de ces faunes paraît similaire, tout au moins dans son ensemble ; mais, si des genres on passe aux espèces, la similitude cesse aussitôt de se produire, attendu que, jusqu'à présent, nos confrères des Etats-Unis n'ont encore trouvé à identifier que les espèces suivantes : *Venericardia planicosta* Lamk., *Megatylotus crassatinus* Lamk., *Calyptræa aperta* Soland., *Fusus unicarinatus* Desh., *Conus diversiformis* Desh., soit en tout cinq espèces sur une faune qui en compte plus de 500. Et encore, j'ai déjà précédemment indiqué (Notes complém. sur la faune éocén. de l'Alab. *Ann. Géol. et Pal.*, 1893) que deux au moins de ces cinq espèces devaient être séparées des formes françaises : *Megatylotus crassatinus* qui devient *M. mississipiensis* Conrad, et *Conus diversiformis* qui devient *Conus sauridens* Conrad. D'autre part, l'identification de *Calyptræa aperta* repose sur la comparaison d'échantillons qui n'ont pas leur lame intacte, et l'on sait que la courbure sinueuse de cette lame est un des principaux caractères pour distinguer les espèces. Quant à *Fusus unicarinatus*, qui est très rare dans les deux Bassins, il est évident que l'assimilation n'en a été faite que d'après des figures, et il est probable que la

comparaison des types originaux dissiperait cette confusion, d'autant plus que les auteurs américains ne sont eux-mêmes pas d'accord sur le point de savoir si leur coquille doit être rapportée à *F. serratus* Desh. ou à *F. unicarinatus*, de sorte qu'il faudrait en conclure que ce n'est ni l'un ni l'autre.

Il reste donc, comme dernier rempart de la théorie qui ferait émigrer certaines espèces d'un Bassin dans l'autre, l'unique coquille réputée commune aux deux provenances : *Venericardia planicosta* Lamk. Or je suis précisément en mesure de confondre irréfutablement cette légende : tel est le but de la présente note.

Cardita planicosta Lamarck, auquel il y a lieu de réunir *C. mitis* Lamarck, qui n'en est qu'une simple variété, est une grande coquille, bien connue dans les trois étages de l'Eocène du Bassin anglo-parisien, où elle est représentée par des mutations ou par des variétés, qui ne diffèrent entre elles que par le nombre ou l'effacement plus ou moins prompt des côtes plates qui lui ont mérité son nom.

Si l'on réserve la dénomination *Cardita* aux formes allongées du groupe de *C. calyculata* Linné, et si l'on attribue le nom générique *Venericardia* aux coquilles cordiformes, munies d'une forte charnière, *C. planicosta* est bien un *Venericardia* ; même, tout récemment, M. Sacco a proposé de démembrer une nouvelle section *Megacardita* pour les coquilles du groupe de *C. Jouanneti* Bast., et par conséquent, pour *C. planicosta*, caractérisées par leurs côtes larges et plates et par leur test pesant. La nécessité de cette séparation ne se faisait pas absolument sentir, et nous continuerons à désigner l'espèce en question sous le nom *Venericardia planicosta*.

La charnière de l'espèce lamarckienne occupe à peu près le quart de la hauteur totale de chaque valve, non compris la saillie cordiforme du crochet, et en ne mesurant strictement que l'espace compris entre la fossette du ligament incluse, et la ligne inférieure du plateau cardinal.

Cette charnière se compose : sur la valve droite, d'une large dent médiane, procumbante, un peu échancrée le long de la ligne cardinale, comprise entre deux fossettes très inégales, et d'une dent postérieure, mince et lamelleuse, presque confondue avec la nymphe ; sur la valve gauche, de deux dents assez étroites et très inégales, comprenant entre elles une large fossette triangulaire et oblique, et la postérieure séparée de la nymphe par une étroite rai-

nure. Il n'y a pas de dents latérales : seulement on distingue, sur les deux valves, au-dessus de l'impression musculaire antérieure, une petite fossette profonde, pouvant loger une crête triangulaire.

La charnière des individus des Etats-Unis est homologue, mais elle n'est pas identique, et elle présente invariablement les différences suivantes : sa hauteur, mesurée de la même manière, est sensiblement plus grande d'environ 1/5 : les dents sont beaucoup plus redressées, moins procumbantes ; la dent médiane de la valve

BASSIN PARISIEN

Venericardia planicosta L.

ÉTATS-UNIS

Venericardia densata Conr.

Fig. 1. — Charnières de la valve gauche (Grand. natur.).

droite, et par conséquent la fossette de la valve gauche, sont notablement plus larges, plus saillantes ou plus profondes, beaucoup moins échancrées sur leur contour inférieur ; les deux fossettes de la valve droite, et par conséquent les dents plus écartées de la valve gauche, sont moins obliques, moins sinueuses ; les fossettes latérales, au-dessus du muscle antérieur, sont plus petites et moins profondes. J'ai constaté la persistance de ces caractères distinctifs sur plus de cinquante échantillons, et je crois utile de les faire ressortir par les deux figures comparatives ci-dessus.

Il résulte de cette disposition de la charnière que la Vénéricarde des Etats-Unis a un faciès plus triangulaire, plus élevé, quoique la saillie des crochets soit la même que chez *V. planicosta* de Lamarck. Les figures ci-dessous montrent bien cette différence capitale d'aspect qui existe chez les deux formes.

Les valves d'Amérique présentent aussi d'autres différences dans les impressions internes : le muscle antérieur est plus allongé et plus étroit : le muscle postérieur est divisé en deux lobes beaucoup

BASSIN PARISIEN

Venericardia planicosta L.

ÉTATS-UNIS

Venericardia densata Conr.

Fig. 2. — Charnières de la valve droite (Grand. natur.).

plus inégaux par une arête presque contiguë au contour interne ; enfin la ligne palléale est plus étroite.

En définitive, en présence de la constance de ces caractères distinctifs, il paraît légitime de séparer complètement l'espèce des Etats-Unis, d'autant plus qu'on n'a même pas l'embarras de lui choisir un nom nouveau. En effet, Conrad, qui séparait, en quelque sorte par instinct, toutes les coquilles du nouveau monde qu'il décrivait, lui a donné un nom dont voici la synonymie :

VENERICARDIA DENSATA Conrad *sp.*

1832. *Cardita planicosta* Conr. Foss. shells tert. form., p. 20.
1848. *Cardita densata* Conr. *Journ. Acad. Sc. Phil.*, I, p. 130, pl. XIV, fig 24.
1890. *Cardita planicosta* de Greg. Monogr. faune Eoc. Alab. (*Ann. Géol. et Pal.*, 7 et 8).
1890. *Cardita densata* de Greg. *Ibid.*, fig. 11 (reprod. de la fig. de Conr.).
1893. *Cardita planicosta* Cossm. Notes complém. faune Eoc. Alab. (*Ann. Géol. et Pal.*, 12e livr.), p. 14, N° 85.
1897. *Venericardia planicosta* Gilb. Den. Harris. The Lignitic Stage, I (*Bull. of Amer. Pal.*, vol. II, N° 9), p. 54, pl. IX et X.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'examen de ce tableau, *V. densata* avait bien été dûment décrit par Conrad, dès 1848 ; et ce sont ses successeurs qui ont tous repris, pour cette coquille, le nom *planicosta* que lui avait donné Conrad lui-même, dans sa première citation de 1832.

Il n'est pas surprenant que les différences, cependant bien visibles, que j'ai fait ressortir ci-dessus, n'aient pas été signalées plus tôt, attendu que toutes les figures qui ont été publiées pour représenter la coquille américaine, n'en montrent que la surface dorsale : sur les huit figures qui accompagnent le Mémoire de M. Harris, relatif aux fossiles du « Lignitic Stage » (1897), aucune n'indique la charnière. Il semblerait que les auteurs américains ont surtout eu pour objet de démontrer la variabilité de l'aspect extérieur de la coquille. Seul, M. de Gregorio, dans son Etude des fossiles de l'Alabama (1890), a fait dessiner d'exactes charnières, sur lesquelles il est facile de vérifier les différences que je viens de signaler ci-dessus, mais il n'en a pas tenu compte, attendu qu'il s'est borné à cataloguer simultanément les deux espèces.

LOCALITÉS. — Claiborne, Bell's Landing, Gregg's Landing, Wood's Bluff.

QUELQUES

COUPES DU MIOCÈNE DE LA BRESSE

DANS L'ANSE DU BAS-BUGEY

par M. A. BOISTEL.

On sait combien sont rares les coupes dans les terrains bressans, soit tertiaires, soit pleistocènes ; nos confrères ont pu s'en convaincre par eux-mêmes lors de la dernière réunion extraordinaire de la Société à Lyon en 1894. Plus particulièrement le Miocène, recouvert dans toute la Bresse proprement dite par les dépôts plus récents, n'apparaît que sous la forme de quelques lambeaux resserrés au pied de la falaise jurassique contre laquelle viennent buter toutes ces formations. C'est seulement de Neuville-sur-Ain à Priay qu'il a été mis à nu par l'érosion du cours de l'Ain, mais les éboulements et les cultures ont fait disparaître presque tous ses affleurements. Il semblerait qu'il y eût plus de chances de rencontrer quelques coupes naturelles dans la partie de ces terrains qui, débordant la ligne du cours actuel de l'Ain, sont venus remplir une espèce d'anse formée, au profit du lac bressan, par un retrait vers l'est de la falaise jurassique. Ces dépôts ont été profondément découpés par les érosions de l'Ain ou du Rhône, de façon à ne subsister que sous forme d'une bande étroite, le long du massif secondaire ; ils ont été aussi entamés par les gorges qui débouchent de ce massif dans la vallée principale. Mais la facilité avec laquelle s'éboulent ces terrains argileux ou sableux, la prise qu'ils offrent à l'envahissement de la végétation, ont fait disparaître, probablement à mesure qu'elle se produisait, la tranche d'une centaine de mètres de hauteur, que les données de la géologie permettent de reconstituer théoriquement. C'est à peine si, sur la longue bande de 12 kilomètres qui s'étend de Chenavel à Ambérieu, j'ai pu, dans de précédentes communications, relever quatre ou cinq escarpements naturels limités pour la plupart à quelques mètres. Il ne faut donc négliger aucune occasion de nous renseigner sur la structure de ces coteaux quelque peu énigmatiques. Or, dans ces dernières années, une tentative d'exploitation industrielle des lignites contenus dans ces terrains a donné lieu à des fouilles

assez considérables. Il importe d'en consigner les résultats, bien qu'ils soient loin d'être aussi complets qu'on pourrait le désirer.

C'est sur les communes d'Ambronay d'abord, de Saint-Jean-le-Vieux ensuite que les travaux ont été exécutés, pendant qu'une autre compagnie rouvrait en même temps, sur la rive droite de l'Ain, le fameux gisement de Soblay, à quelques centaines de mètres de l'ancienne exploitation, près du hameau de Confranchette, dépendant comme Soblay de la commune de Saint-Martin-du-Mont. Cette dernière tentative s'est bornée à deux tranchées superficielles de 4 à 5 mètres de profondeur. A Ambronay, au contraire, de nombreux sondages ont été pratiqués dans le vallon de Jurancieu; un puits a été foré et une importante galerie horizontale a été poussée assez avant dans le flanc du coteau; une galerie semblable a été ouverte dans le vallon voisin aboutissant au hameau de Saint-Cyr sur la commune de Saint-Jean-le-Vieux [1].

Après quelques fouilles préliminaires, dont l'une avait été explorée par moi en 1897 [2], deux tranchées furent ouvertes pendant la saison de 1898, l'une vers le sommet du coteau, l'autre une vingtaine de mètres plus bas. Cette dernière correspond à peu près au niveau de la fouille déjà décrite; la première a donc l'avantage de nous renseigner sur les parties les plus élevées de la formation, qui d'ailleurs ne paraissent pas différer sensiblement des parties déjà connues. J'ai relevé en détail la coupe de ces deux tranchées. La plus haute des deux avait une longueur de 50 m. environ : elle était très nette et en très bon état. Les couches y plongent de 30° à 40° vers l'est, c'est-à-dire vers la falaise jurassique à laquelle la formation tertiaire est adossée. Cette allure est celle qui est signalée dans tous les lambeaux miocènes de la bordure orientale de la Bresse. Ici, du moins, elle pourrait être due tout simplement à un glissement produit par l'érosion du coteau. C'est, on le sait, un phénomène très général, que, sur une pente, par suite du déchaussement des couches du devant, celles de derrière, qui supportent une plus grande hauteur de terrain, s'affaissent en glissant et descendent plus bas que les premières,

1. Il est nécessaire, pour l'intelligence de ces explications, de signaler une inexactitude dans la dernière édition de la carte de l'Etat-Major au 50.000e. Le nom de Jurancieu a été placé à tort, dans la commune de Saint-Jean-le-Vieux, au nord de la colline qui porte la cote 335 ; le vallon qui occupe cette place est appelé dans le pays le vallon de Saint-Cyr. Le nom de Jurancieu appartient au contraire au vallon situé au sud de la cote 335 et de la limite des deux communes, là où la carte marque le nom de *ferme des Blains*.

2. Voir : *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 26.

donnant au lambeau éboulé une contrepente inverse de celle de la surface primitive. C'est en effet ce qui s'est produit l'hiver suivant tout à côté de la tranchée dont il est question. Et les allures en gradins émoussés de toutes les prairies qui forment ces coteaux montrent que le phénomène s'y est réalisé à plusieurs reprises.

Cette coupe (fig. 1) peut se résumer en des alternances de bancs d'argile et de bancs de lignite, ceux-ci en général peu épais et à surface ondulée. L'argile est plus ou moins pure; plus ou moins mélangée de lignite ou parcourue par des veines de ce combustible, et enfin plus ou moins imprégnée de calcaire au point de passer à de véritables marnes qui cessent d'être délayables dans l'eau et deviennent dures et sèches dès qu'elles sont un peu exposées à l'air. L'argile lorsqu'elle est pure est grise avec des veines jaunes assez fréquentes; en quelques points elle prend une teinte verdâtre. Les fossiles sont très abondants, surtout dans les marnes calcaires et à la surface des couches de lignites; mais ils sont la plupart du temps écrasés et mal conservés, et il est difficile d'en obtenir des échantillons passables. On peut néanmoins y reconnaître facilement, couvrant des plaques entières, le grand *Planorbis heriacensis* Font.

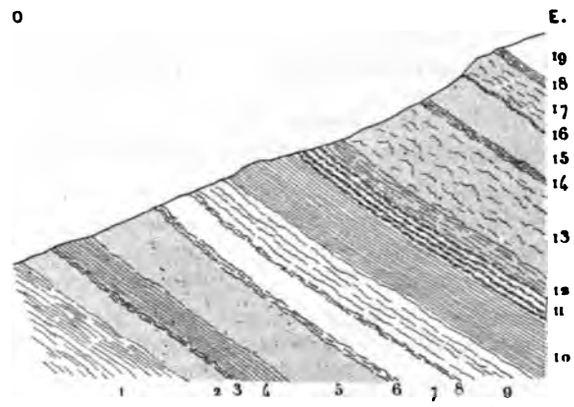


Fig. 1. — Echelle approximative 1/400.

19, Argile remaniée; ép. en mètres. .	0,50	9, Argile rubanée grise et blanche.	0,60
18. Lignite.	0,30	8, Lignite.	0,10
17, Argile verdâtre .	0,80	7, Marne blanchâtre	0,40
16, Lignite.	0,05	6, Lignite.	0,15
15, Argile grise . . .	1	5, Argile grise . . .	1,20
14. Lignite.	0,20	4. Argile rubanée. .	0,30
13, Argile veinée . .	1,50	3, Lignite.	0,10
12, Argile ligniteuse.	0,40	2, Argile verdâtre .	0,30
11, Lits alternants blancs et noirs .	0,40	1, Argile ligniteuse visible sur . . .	2
10, Argile ligniteuse.	1		

La liste que j'ai donnée dans ma précédente communication, n'ayant pas distingué les fossiles de cette zone et ceux de celle que

j'appellerai plus loin la zone moyenne, je donne ici la nomenclature des espèces rencontrées dans la première :

Helix Nayliesi Mich.
Planorbis heriacensis Font.
— *Philippei* Loc.
— *umbilicatus* L.
— *Mariæ* Mich.
— *Bigueti* Font. [1]
Segmentina filocincta Sandb.
Limnæa heriacensis Font.
— cf. *ovata* Beck. [2]
— cf. *gingivata* Goupil. [2]
Ancylus Neumayri Font.
Bithinia leberonensis Fisch. et Tourn. avec ses variétés.
Nematurella ovata Bronn. ?

La fouille inférieure se composait en 1898 de deux tranchées voisines, séparées par 4 à 5 m. seulement de hauteur verticale. La plus haute, peu avancée, ne laissait voir qu'un tuf calcaire jaunâtre, grenu et sableux, non rencontré dans la coupe précédente. La plus basse (fig. 2), longue de 20 à 25 m. offrait, comme cette dernière, des alternances d'argiles et de lignites en bancs très ondulés. L'argile y présentait plus fréquemment l'aspect marneux, certains bancs devenant tout à fait blancs. Les couches de lignite étaient assez peu épaisses ; néanmoins les déblais en présentaient

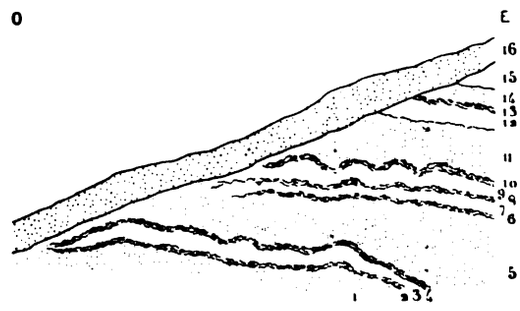


Fig. 2. — Echelle approximative 1/400.

16, Argile remaniée grise et jaune ;
15, Argile grise ;
14, Argile ligniteuse ;
13, Lignite ;
12, Marne blanche ;
11, Argile grise ;
10, Lignite ;
9, Marne blanche ;
8, Lignite ;
7, Marne blanche ;
6, Lignite ;
5, Argile grise ;
4, Lignite ;
3, Marne blanche ;
2, Lignite ;
1, Argile grise.

1. Je signalerai l'abondance relative (une quinzaine d'exemplaires) du *Planorbis Bigueti* Font. assez rare dans les formations pliocènes où il a été signalé tout d'abord.

2. Il y a lieu aussi de corriger ou de compléter les rapprochements indiqués à l'égard de deux Limnées comprises dans cette liste. L'une rapprochée par M. Depéret du *Limnæa auricularia* L., me paraît, soit dans les exemplaires de Mollon, soit dans ceux de Jurancieu, ressembler beaucoup plus au *L. ovata* Beck ; car, malgré la jeunesse des exemplaires, on peut constater que le labre, dès son insertion sur le dernier tour, descend en suivant la

un tas d'une dizaine de mètres cubes; beaucoup d'échantillons offraient même (comme autrefois à Soblay) du bois tout à fait intact à peine teinté en brun par l'effet de la lente décomposition qu'il avait subie. Les fossiles étaient les mêmes que dans la coupe la plus haute et se présentaient dans les mêmes conditions. L'inclinaison des couches de ces deux tranchées inférieures était beaucoup moindre que dans la supérieure; elles étaient presque horizontales; à peine pouvait-on y noter une légère inclinaison vers l'est, quoique la direction des travaux fût, là aussi, perpendiculaire à la plus grande pente du terrain et à la falaise jurassique voisine (V. fig. 2).

Il serait intéressant de rapprocher de ces deux coupes celles que M. Depéret avait relevées au printemps de la même année près de Soblay, à Confranchette, dans l'exploitation signalée plus haut. On y verrait, si mes souvenirs sont exacts, une structure du terrain tout à fait analogue. On peut, malgré les lacunes qui subsistent encore, considérer cette structure comme représentant la composition de la moitié supérieure des couches pontiennes de ces deux localités.

L'année suivante, en 1899, l'aspect des travaux avait entièrement changé. Les trois tranchées étaient complètement éboulées et ne présentaient plus rien de reconnaissable. Celle du haut était abandonnée; on avait foré un puits dans le voisinage. Les deux du bas, réunies en une seule, servaient d'amorce à une galerie horizontale, où l'on avait rencontré, disait-on, un banc de lignite de plus d'un mètre d'épaisseur; le boisage intérieur ne permettait plus d'y rien voir, et, après plusieurs tentatives infructueuses de soutènement, on se décidait à élever une façade en maçonnerie pour l'entrée de la galerie [1].

Mais, outre le puits signalé plus haut, on avait pratiqué des sondages en plusieurs points du vallon. J'ai pu obtenir communication des coupes relevées dans ces divers travaux.

La carte de la fig. 3 indique la place des sondages opérés. Dans l'élévation (fig. 4), tous les travaux sont projetés sur un plan passant par la ligne XY de la carte précédente.

D'après une note accompagnant ce tableau des sondages, l'incli-

forme générale de la coquille au lieu de remonter et de s'étaler comme le lobe supérieur de l'oreille humaine. L'autre, rapprochée du *L. palustris* Drap., doit être plus spécialement comparée à la *L. gingivata* Goupil, variété de cette espèce ou du *L. glabra* Dup. suivant les auteurs.

1. Au-dessus de cette facade, élevée pendant la saison suivante, on voyait encore en 1900, 4 m. d'argile bleuâtre présentant des parties jaunes ou rouges.

naison des couches constatée dans le puits « se fait contre la montagne et non dans le même sens que la pente du sol. » L'observation est conforme aux constatations faites dans la tranchée voisine, comme on l'a vu ci-dessus ; mais il résulte également de l'étude précédente qu'il serait téméraire de la généraliser à toutes les couches du coteau. On voit d'ailleurs que dans cette coupe du puits le pendage indiqué pour les couches supérieures ne se maintient pas pour les couches placées au-dessous de la cote de 328 m. La face du puits dessinée est la face sud, celle qui se trouve du côté d'Ambronay.

Cette série de coupes constitue un document qu'il importait de ne pas laisser perdre pour la connaissance du Miocène de la région. Mais malheureusement on ne saurait en tirer des conclusions bien précises sur la structure générale du coteau qu'elles ont en quelque sorte disséqué. On n'aperçoit aucune constance, aucune continuité dans les bancs dont la présence a été révélée ; on ne peut même conjecturer comment ils se raccordent entre eux, ni par conséquent constater s'ils présentent une inclinaison uniforme dans un sens ou dans l'autre. On se demande même, au point de vue industriel, comment ces études ont pu faire naître l'espoir d'une exploitation régulière des lignites. Ce défaut d'unité se comprend parfaitement, si l'on songe aux nombreux glissements ou affaissements auxquels sont sujets des terrains essentiellement argileux, et dont on voit la trace palpable sur place dans la configuration en cascade des prairies qui les recouvrent. — Le défaut de renseignements précis sur la nature de l'argile, ou des autres couches non exploitables,

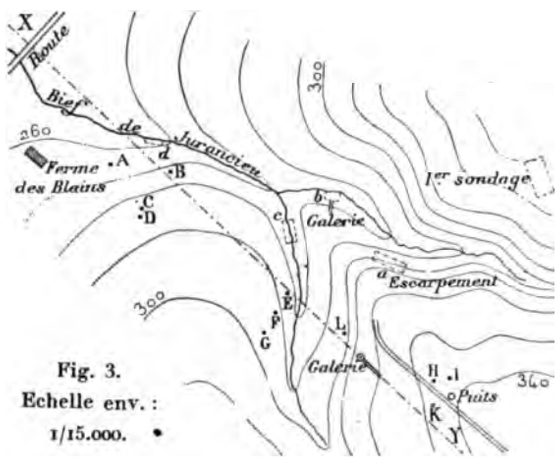


Fig. 3.
Echelle env. : 1/15.000.

Cote en mètres, au-dessus du niveau de la route d'Ambronay à Saint-Jean-le-Vieux, des points où ont été opérés les sondages : A, 16,64 ; B, 22,86 ; C, 33,37 ; D, 36,48 ; E, 34,65 ; F, 40,33 ; G, 44,80 ; H, 83,72 ; I, 83,35 ; K, 82,45 ; L, 46,23 ; Ouverture du Puits, 88,28.

aux différents niveaux ; sur la présence ou l'absence de coquilles, sur leurs espèces, peut également inspirer des regrets. Le voile qui cachait à nos regards ce coin de la science n'est qu'en partie soulevé ; contentons-nous pour le moment de constater ce qui nous est acquis.

Les sondages pratiqués dans la partie supérieure du coteau me paraissent avoir une valeur documentaire supérieure aux autres, parce qu'ils ont dû rencontrer des couches non atteintes par l'érosion, restées par conséquent dans leur position primitive, ou faiblement déplacées par quelque glissement restreint. Ce sont les forages qui portent les lettres L, I, K, H, et le puits ; en somme ceux qui sont situés entre les deux ruisseaux, sur la rive droite de la branche venant du sud. Les données qu'ils fournissent viennent confirmer par des observations en profondeur ce qu'avaient révélé les constatations faites dans les tranchées superficielles : alternance

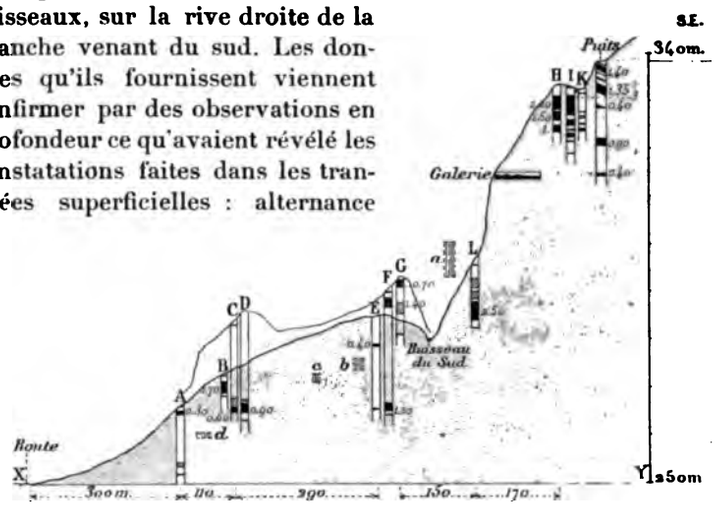


Fig. 4. — Coupe suivant la ligne XY de la carte de la fig. 3. — Hauteurs décuplées. — Le lignite pur est indiqué en noir ; le lignite terreux est indiqué par des hachures ; l'épaisseur des couches de lignites est indiquée en chiffres maigres.

dans la moitié supérieure du coteau, de couches peu épaisses d'argiles et de lignites, plus ou moins pures ou plus ou moins mélangées ensemble ; avec variations dans la composition de l'argile depuis l'état à peu près pur et compact jusqu'à la marne très calcaire et même jusqu'au tuf calcaire.

Au contraire les sondages dont l'orifice est au-dessous de 295 m. d'altitude, ceux qui sont placés sur la rive gauche du ruisseau venant du sud, me paraissent fournir des renseignements beaucoup moins sûrs. Car ces parties basses ont pu recevoir, par des glissements

ou des descentes de terrain sur place, des matériaux venus de beaucoup plus haut. Il faut d'ailleurs remarquer que chacun de ces sondages, A, B, C, D, E, F, n'a rencontré à peu près qu'une seule couche de lignite dont la présence, ainsi qu'on vient de le dire, peut être accidentelle. La documentation est presque nulle en ce qui concerne la nature des autres couches, sauf pour celles qui sont notées comme lignite terreux.

Il est bien préférable, pour toute la région inférieure, de demander nos renseignements à quelques coupes naturelles qui, ici heureusement ne nous font pas défaut. Les points où les couches tertiaires [1] sont directement observables et très probablement dans leur position primitive sont au nombre de 4, et marqués par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, dans les figures 3 et 4.

La coupe la plus intéressante au point de vue stratigraphique est celle qui correspond à la lettre *a*. Je l'avais déjà signalée à la Société au commencement de 1898 [2]; mais je n'avais pu à cette époque en faire qu'une étude un peu superficielle; notre confrère M. Mermier l'avait visitée également [3], mais ses recherches avaient porté sur une couche différente de celle qui avait alors attiré principalement mon attention. Cet escarpement naturel tourné au nord est bien visible de loin, notamment de l'autre côté du vallon, du point 335 de la carte de l'État-major; mais il est d'un abord très difficile au milieu des bois, des broussailles et des hautes herbes. Il a une quinzaine de mètres de large sur 8 à 10 m. de haut. On ne peut constater aucune inclinaison appréciable des couches, bien qu'il soit exactement dirigé de l'ouest à l'est. Voici la coupe prise de haut en bas :

4. Marne calcaire grisâtre, sèche et dure avec Planorbes et Limnées, etc.	0 m. 50
3. Marne ligniteuse brune avec *Helix Nayliesi*, etc.	1 m.
2. Argile très finement sableuse gris bleuâtre assez foncé avec *Bithinia leberonensis*, Néritines, *Valvata vanciana*, *Unio*, etc.	4-5 m.
1. Argile grise un peu bleuâtre, compacte, sans fossiles; visible sur	3-4 m.

La marne supérieure est tout à fait pareille à celle que j'avais trouvée en 1897 dans les déblais d'un sondage antérieur, et à celles que j'ai signalées à plusieurs niveaux dans les tranchées

1. Je néglige les cailloutis plus récents, éboulés sur le flanc des ravins, qui ne présentent pas d'intérêt au point de vue de l'étude actuelle.
2. Voir *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 26 et suiv.
3. Voir *Ibid.*

de 1898. Elle rappelle par tous ses caractères physiques, par sa faune, par la conservation imparfaite de ses fossiles, souvent écrasés, les marnes de Mollon-Rivière. Ce sont les Planorbes et les Limnées qui y dominent, avec les diverses variétés du *Bithinia leberonensis*, et les *Nematurella ovata* et *lugdunensis*. On peut la considérer comme constituant le début de la zone supérieure, décrite jusqu'ici, dont elle inaugure le régime.

La couche brune ligniteuse, facile à piocher, est le gisement spécial de l'*Helix Nayliesi* Mich. ; on peut en recueillir des échantillons assez bien conservés ; c'est en tout cas la meilleure localité que je connaisse dans le département de l'Ain pour la récolte de ce fossile ; il y est en meilleur état que dans le talus classique de Druillat.

L'argile très finement sableuse qui vient au-dessous, bien que paraissant au premier aspect peu fossilifère, est la plus riche en espèces variées, la plupart de très petite taille. C'est très probablement à elle que s'était attaqué M. Mermier en 1897. Voici les mollusques que m'ont fournis trois ou quatre explorations très attentives :

Helix Nayliesi Mich. (relativement bien conservé comme dans la couche brune supérieure).
Vertigo Dupuyi Mich. (un exemplaire appartenant à la forme un peu effilée de l'espèce).
Planorbis heriacensis Font. (bons exemplaires).
— *Philippei* Loc. (très bien conservé avec ses stries très fines à la fois longitudinales et transverses).
Bithinia leberonensis Fisch. et Tourn.
— — var. *neyronensis* Loc.
— *veneria* Font. ?
Nematurella ovata Bronn.
— *lugdunensis* Tournouër.
Emmericia canaliculata Brus.
Valvata kupensis Fusch.
— *vanciana* Tourn., var. *neyronensis* Loc.
— *sibinensis* Neum., v. *Sayni* Font.
Neritina Philippei Tourn. (assez abondante et très bien conservée avec ses couleurs).
Pisidium Idanicum Loc.
Chara (graines).
Succinea sp. (trouvée par M. Mermier en 1897).

Enfin à la base, en grande partie cachée par les éboulis des couches supérieures, commence l'argile gris-bleuâtre, devenant légèrement jaunâtre quand elle est exposée à l'air ou aux infiltra-

tions, que l'on peut considérer comme formant la masse principale du coteau dans toute sa moitié inférieure, à partir de l'altitude de 290 m. C'est elle que l'on retrouve uniquement au point *c*, où elle forme le lit même du ruisseau sur une hauteur de 3 à 4 mètres et où elle l'encombre même par places de ses blocs éboulés, anguleux et résistant très longtemps à l'action de l'érosion. C'est encore elle que l'on revoit, sur un mètre au plus, au point *d*, sur l'une des berges du ruisseau. Dans ces trois endroits on n'y rencontre pas de fossiles en place ; mais le lit du ruisseau contient des *Melanopsis*, même dans la branche venant du midi, où ils ne peuvent pas provenir du gisement dont il va être question.

La coupe *b*, située également dans le lit du ruisseau, mais sur la branche qui vient de l'est, à 150 m. en amont du confluent, nous offre une couche sableuse très fossilifère et très intéressante, qui, jusqu'à nouvel ordre, ne se présente que comme un accident transitoire au milieu de l'épais dépôt argileux. En effet cette couche est surmontée, dans la partie visible, d'un banc d'argile de 3 m. d'épaisseur qui la relie à la base de la coupe *a*; et elle a au-dessous d'elle un banc semblable de 3 mètres également qui semble se rattacher à l'argile des coupes *c* et *d*. Seulement cette masse inférieure d'argile contient à sa partie supérieure des Unios et des Planorbes et présente deux petits bancs de lignite de 0,15 à 0,20 d'épaisseur, échelonnés le premier à 0,20 au-dessous de la surface de l'argile et le second à 0,20 au-dessous du précédent. La couche fossilifère est un sable jaune tufeux assez grossier, très ferrugineux par places, en deux bancs séparés par un banc de 0,20 de sable gris plus fin ; elle mesure en tout 1 m. 80 à 2 m. d'épaisseur. Un commencement de galerie horizontale avait été pratiqué dans cette couche ; et le toit de la galerie était tapissé d'Unios ; mais ce travail n'a pas été poussé plus loin que 3 à 4 m. et il est à craindre que les éboulements auxquels il donnera lieu ne masquent le gisement déjà difficile à trouver et à aborder. Cette couche contient à profusion l'*Unio atavus* Partsch. var. *Sayni* Font. et le *Melanopsis Depereti* Boistel dont j'ai déjà donné la description [1]. La liste de 15 espèces ou variétés que j'ai présentée en même temps ne s'est pas accrue depuis ; je la reproduis succinctement ici, puisque j'aurai à discuter les conclusions auxquelles elle conduit :

Unio atavus Partsch, var. *Sayni* Font., avec la sous-variété *ectata* Font. ;

Helix Jourdani Mich. ;

Melanopsis Kleini Kürr, var. *Valentinensis* Font. ;

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 28.

Bithinia leberonensis Fisch. et Tourn. avec var. *delphinensis* Font. et v. *neyronensis* Font.;
Nematurella ovata Bronn. et *N. lugdunensis* Tourn ;
Valvata Kupensis Fuchs et *V. Vanciana* Tourn., var. *neyronensis* Loc.;
Neritina Philippei Tourn. et *N. Dumortieri* Font.;
Triptychia Terveri Mich.
Vitrina nov. sp.

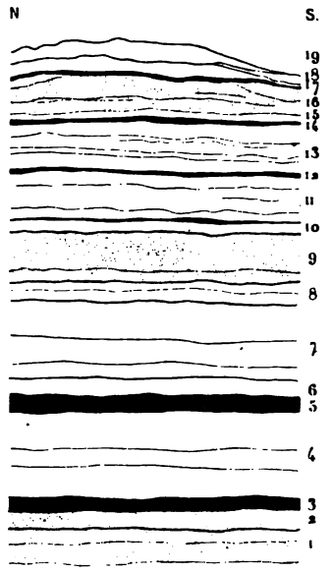
En somme l'ensemble de la coupe du coteau d'Ambronay peut se résumer ainsi :

Nombreuses alternances d'argile et de lignite avec mélange à certains niveaux; argiles pures ou plus ou moins calcaires, passant à des marnes blanchâtres et sèches; grands *Planorbis heriacensis* Font. et 4 autres espèces; *Limnées; Helix Nayliesi* Mich., souvent écrasés, principalement dans les marnes sèches et au voisinage des lignites (20 m.).	35 m.
Lacune dans les observations (14 m. 50)	
Marne semblable à celles de la couche supérieure, 0,50	
Marne ligniteuse brune avec *Helix Nayliesi* Mich., etc.	1 m.
Argile finement sableuse gris bleuâtre, avec fossiles nombreux et bien conservés.	5 m.
Argile compacte gris bleuâtre (3 m.)	16 m.
Lacune dans les observations (10 m.).	
Argile compacte gris bleuâtre (3 m.)	
Sable jaune, tufeux, assez grossier ; avec un lit de 20 cent. de sable gris au milieu ; nombreux fossiles : *Unios, Melanopsis Kleini* et *M. Depereti*	2 m.
Argile compacte gris bleuâtre, avec fossiles au sommet, et deux bancs de lignite de 20 cent. près du sommet (3 m.).	21 m.
Lacune dans les observations (1 à 2 m.).	
Argile semblable (3 m.)	
Lacune dans les observations (12 m.).	
Argile semblable (1 m.)	
Lacune jusqu'au niveau de la route.	10 m.
	90 m.

***

L'étude des travaux exécutés sur la commune de Saint-Jean-le-Vieux dans le vallon de Saint-Cyr, n'est pas de nature à faire varier ces données fondamentales sur la composition du Miocène dans la région. Ces travaux se sont bornés à l'ouverture d'une galerie horizontale dirigée, non plus vers la montagne, c'est-à-dire

vers l'est, mais vers le sud, de manière à entamer le mamelon 335 de la carte de l'État-major. Autant que j'ai pu l'apprécier (car je n'ai pas eu de cote exacte), elle est à peu près à la même hauteur que celle d'Ambronay, c'est-à-dire aux environs de 315 m. d'altitude. Voici la coupe que j'ai relevée, sans avoir pu constater aucune inclinaison des couches soit dans le front de taille de la façade de la galerie, dirigé est-ouest, soit dans les flancs de la tranchée d'approche, dirigés nord-sud.



19, Argile remaniée	0,30
18, Argile verdâtre et marnes sèches	0,30
17, Lit ligniteux	0,05
16, Argile ligniteuse	0,60
15, Argile gris jaunâtre sèche	0,20
14, Lit ligniteux	0,05
13, Argile verdâtre	1
12, Lit ligniteux	0,10
11, Argile verdâtre	1
10, Marne blanchâtre	0,30
9, Argile noir-bleuâtre, fossilifère	1
8, Marne blanchâtre	0,50
7, Argile verdâtre	1,50
6, Marne blanchâtre	0,30
5, Lit ligniteux	0,30
4, Argile verte	1,50
3, Lit ligniteux	0,30
2, Argile bleuâtre	0,50
1, Argile noirâtre	1

Fig. 5.

On trouve dans cette coupe la même alternance d'argile plus ou moins calcaire et de lignites (peu abondants d'ailleurs), que dans toutes celles qui se réfèrent à la moitié supérieure du vallon d'Ambronay. Son seul intérêt stratigraphique est donc de nous permettre d'affirmer la constance de composition de la formation néogène le long de la falaise jurassique.

Au point de vue paléontologique, je n'y ai trouvé de coquilles que dans la couche d'un mètre d'argile noir-bleuâtre qui occupe le milieu de la coupe (n° 9). Ce sont seulement les petites espèces de Planorbes, de Limnées, de Bithinies et de Valvées, rencontrées au même niveau dans le vallon voisin. Je ne puis y signaler aucun exemplaire bien conservé et bien certain des *Valvata sibinensis* Neum. et *hellenica* Tourn., qui ont été recueillies à moins d'un

kilomètre de là, mais à un niveau plus bas, tout près des premières maisons de Saint-Jean-le-Vieux, dans le chemin de Cheminand.

***

Il y a lieu, avec ces données, de revenir sur la question de l'âge de ces gisements. J'avais, dans une note précédente, indiqué comme possible, et même comme présentant une certaine probabilité relative, le classement du gisement d'Ambronay dans le Pliocène, à cause de la grande ressemblance à la fois pétrographique et paléontologique de ses marnes supérieures avec celles de Mollon-Rivière. L'étude plus approfondie, dont les résultats viennent d'être résumés, m'amène à écarter tout à fait cette hypothèse. La dissection dont les coteaux de Saint-Jean-le-Vieux à Ambronay ont été l'objet, n'a révélé dans les dépôts néogènes aucune discontinuité ; grande uniformité d'allures ; pas de discordances angulaires sérieuses dans la stratification ; pas de trace de ravinement ni d'exposition à l'air entre les sédiments qui se succèdent, soit en hauteur, soit latéralement. Il serait bien téméraire, dans ces conditions, de supposer une différence d'âge et d'époque entre quelques-uns de ces dépôts, si des arguments paléontologiques décisifs n'imposent pas cette solution. Or, parmi les raisons de cet ordre, qui déjà présentaient beaucoup de pour et de contre, la principale de celles qui pouvaient faire pencher la balance en faveur du Pliocène doit disparaître par les considérations suivantes. J'avais indiqué comme récolté par moi dans le premier sondage antérieur à 1897, l'*Emmericia pliocenica* Sacco, signalé tout récemment alors dans les marnes de Mollon-Ravin. Mais, dans une visite que je fis aux tranchées déjà éboulées de Confranchette en septembre 1898, je récoltai parmi les déblais des fragments d'une marne très riche en fossiles, qui contenait avec d'autres espèces bien connues [1], une petite coquille entièrement nouvelle pour la faune française, l'*Emmericia canaliculata*

1. Les échantillons sont en général très bien conservés et très frais. En voici la liste :

Helix Nayliesi Mich. (débris, mais très frais et absolument reconnaissables).
Vertigo Dupuyi Mich.
Planorbis heriacensis Font.
— *Philippei* Loc. (très beaux, quoique jeunes, Dimension, 1 cent. 5).
— *umbilicatus* L.
Planorbis Bigueti Font. (abondant et très bien conservé).
Limnæa cf. *ovata* Beck.
— cf. *gingivata* Goupil.
Ancylus Neumayri Font.
Vivipara ventricosa Mich.
Bithinia leberonensis Fisch. et Tourn. avec ses deux variétés.
Emmericia canaliculata Brus.
Valvata marginata Mich.

Brusina, notablement différente de l'*Emmericia pliocenica* Sacco. Une dizaine d'exemplaires très frais et parfaitement intacts permettent de l'étudier très exactement. Or, en comparant ces exemplaires avec mon échantillon de Jurancieu, je constatai facilement une identité complète [1]. Il s'ensuit que les affinités de

1. Lors de la présentation de ce travail à la séance du 16 décembre de la Société, je n'avais pas encore identifié cette coquille avec l'*Emmericia canaliculata* Brus. Je m'étais fié à la description et à la figure données par M. Brusina dans ses *Binnen Mollusken aus Dalmatien*, etc. Agram, 1874, p. 58; pl. IV, fig. 4-6; et j'avais dû constater, à côté d'une ressemblance générale, des différences très notables, qui me semblaient s'opposer absolument à ce que les deux coquilles pussent appartenir à la même espèce. Depuis ce moment, grâce à l'obligeance inépuisable de M. Cossmann, dont je le remercie vivement, j'ai pu avoir communication de la nouvelle et superbe publication de M. Brusina, intitulée en français : *Matériaux pour la Faune malacologique néogène de la Dalmatie, de la Croatie et de la Slavonie*, etc., in-4°, Agram, 1897; et j'ai pu y étudier à la planche VII, fig. 22-24, une nouvelle figure de l'espèce, très bien dessinée au grossissement 7/1. Le doute alors n'était plus possible : je retrouvai dans cette figure tous les caractères essentiels de la coquille de Confranchette. Le labre de celle-ci est un peu moins épaissi et le bord columellaire un peu moins évasé vers son extrémité antérieure, ce qui donne à l'ouverture une forme plus régulièrement arrondie; mais ces différences, qui ne paraissent pas tenir seulement à un âge plus avancé de la coquille, semblent pouvoir donner lieu uniquement à l'établissement d'une simple variété que je propose d'appeler *idanica*. Quoique M. Brusina à la page 21 de son nouveau mémoire, renvoie formellement à son ancien travail, on peut se demander s'il a bien eu sous les yeux la même coquille. S'il s'agissait d'auteurs différents, on serait tenté de refuser au second le droit de s'approprier le nom donné par le premier. Mais, comme il s'agit du même auteur, on ne peut accuser que le crayon de son dessinateur de 1874.

L'*Emmericia canaliculata* (v. fig. 6) se distingue essentiellement de ses congénères par la forme de son labre qui s'évase régulièrement en décrivant (vu de dos) une gorge exactement demi-cylindrique, terminée vers le bord par un bourrelet assez mince, et, lui-même, régulièrement cylindrique. C'est très probablement cette gorge, semblable à une gouge, reliant le labre au dernier tour, qui lui a valu son nom. Mais il n'y en a pas même un soupçon dans le dessin pas plus que dans la description de 1874. Dans cette ancienne figure, le péristome est aussi beaucoup plus épais et beaucoup plus large, presque dédoublé par un sillon médian bien accentué; le bord columellaire se détache beaucoup moins longuement dans le prolongement de la columelle; enfin la sinuosité du labre (vu de profil), au lieu de se dessiner dès son origine

Fig. 6. — *Emmericia canaliculata* Brusina. Echantillon de Confranchette grossi 7 fois.

ce gisement sont bien plutôt avec le Pontien inférieur qu'avec le Plaisancien.

Les autres arguments paléontologiques en faveur du Pliocène ne paraissent pas concluants par eux-mêmes : la détermination de l'*Helix Magnini* Loc. ou *tersannensis* Loc. est très douteuse; quant à moi, je n'ai jamais trouvé aux différents niveaux et spécialement dans la marne sableuse bleuâtre de l'escarpement *a*, que l'*Helix*

contre l'avant-dernier tour et de s'arrêter au 1/3 de la hauteur du labre, ne commence qu'à une certaine distance de l'avant-dernier tour, à environ 1/5 de la hauteur du labre, pour se prolonger jusqu'à la moitié et même un peu au-delà.

L'espèce est indiquée comme provenant de la riche localité de Miočić en Dalmatie; le premier mémoire mentionne aussi Sinj (Goručića) du même pays, mais le second mémoire ne reproduit pas cette mention. Le niveau exact de la faune de Miočić ne paraît pas absolument fixé; car, si dans sa plus ancienne publication M. Brusina semble la ranger dans le Pliocène, il dit dans la nouvelle (p. XV) : « La faune Dalmate, celle de la Bosnie méridionale et de l'Herzégovine peuvent à mon avis *être aussi miocène* (souligné). » La séparation paléontologique du Pontien et du Plaisancien paraît être aussi délicate dans ces pays que dans les localités des environs de Lyon. Ajoutons que la carte géologique des côtes de l'Autriche-Hongrie publiée par M. Gardo dans son mémoire sur les *Liburnische Stufe* (Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, tome XIII [1889], fasc. 1), teinte en Miocène le petit lambeau néogène qu'elle indique à Miočić. En tout cas, l'espèce appartient bien à l'horizon géologique auquel les autres documents permettent de rapporter les couches de Confranchette et d'Ambronay.

Cette espèce diffère très notablement de l'*Emmericia pliocenica* Sacco (*Mém. Acad. di Torino*, 1886 [t. 37], pl. 1, fig. 19, sous le genre *Stalioa*, changé ensuite pour le g. *Emmericia*; *Ibid.*, 1888, t. 37, p. 84); qui présente un sommet beaucoup plus plat et plus obtus, une spire à arêtes très notablement convexes, des tours également plus convexes; des varices irrégulières assez nombreuses au dernier tour; un labre beaucoup plus épaissi; un petit tubercule très bien marqué à l'angle postérieur de l'ouverture; celle-ci est très élargie et presque carrée dans son ensemble par suite de l'évasement du labre près de son origine; enfin le bord columellaire est largement réfléchi et notablement épaissi sur le dernier tour.

Il sera utile d'étudier de près les deux échantillons recueillis à Mollon en 1894, et nommés *Emmericia pliocenica*, pour voir s'ils appartiennent bien à cette espèce ou s'ils ne doivent pas plutôt être rapportés au *canaliculata*. En effet, je possède un fragment réduit au dernier tour, mais bien conservé, recueilli à Mollon dans la même excursion, dont l'ouverture et le labre ont exactement la forme qui vient d'être décrite, et dont le dernier tour ne présente aucune apparence de varices. La figure donnée par M. Depéret (*B. S. G. F.*, [3], XXIII, pl. XXIV, fig. 10, et texte page 719) présente des caractères intermédiaires; car elle a l'ouverture et le labre de l'espèce de Confranchette; l'angle postérieur de l'ouverture ne porte pas le tubercule caractéristique de l'autre espèce; mais la spire est conoïde et obtuse et le dernier tour semble présenter une faible varice longitudinale dans le prolongement en arrière du bord columellaire.

Nayliesi Mich. De même les quelques *Unio* que j'ai pu y rencontrer me paraissent rentrer dans l'*Unio atavus* Partsch., comme ceux des sables tufeux à *Melanopsis Depereti*. Le *Valvata vanciana* Loc. devra être considéré comme ayant commencé beaucoup plus tôt qu'on ne le supposait jusqu'ici. Le *Bithinia leberonensis* a été trouvé à tous les niveaux du Pontien, il commence même dans les marnes de Confranchette, qui appartiennent au niveau le plus inférieur de cet étage dans la région. Le *Neritina Philippei* Loc., que j'ai trouvé en assez grand nombre dans l'escarpement *a*, a déjà commencé plus bas, dans le sable tufeux à *Melanopsis Depereti*, dont l'âge miocène ne m'a jamais paru faire aucun doute.

Enfin nous pourrons ainsi conserver toute sa valeur, comme distinctive du Pontien, au *Melanopsis Kleini* Kurr. qui restera confiné, comme il l'a été jusqu'ici, dans cet étage et même dans sa partie un peu inférieure. On y ajoutera comme caractéristique le *Melanopsis Depereti* d'Ambronay et les *Valvata hellenica* Tourn. var. *cabeolinsis* Font. et *sibinensis* Neum. var. *Sayni* Font., du gisement le plus rapproché de Saint-Jean-le-Vieux, au voisinage immédiat des deux dents de *Dinotherium giganteum*.

***

Il ne sera pas inutile de résumer dans une coupe générale toutes les données actuellement acquises sur la bordure miocène des terrains jurassiques du Bas-Bugey. Cette coupe sera dirigée sensiblement nord-sud comme cette bordure elle-même, mais avec une légère inflexion vers le nord-est, au nord du village de Douvres, et vers le sud-est, au sud de ce point.

Mais, pour en justifier l'allure générale, il faut d'abord consigner ici une observation qui n'a pas encore été signalée. Dans une excursion que M. Depéret a eu l'amabilité de faire avec moi pour discuter sur place les divers problèmes soulevés par la géologie de la région, nous avons trouvé dans le vallon de l'Ecotay, près Jujurieu, un coude brusque du ruisseau qui nous a fourni une coupe nord-sud des sables tortoniens dans lesquels est creusé ce vallon. Or, tandis que la coupe est-ouest, qui m'avait donné de nombreux fossiles [1], ne révélait aucune inclinaison des couches, la

1. Lors de cette visite, le torrent avait enlevé la plus grande partie de la couche fossilifère qui, paraît-il, ne se prolongeait pas beaucoup en profondeur sous le coteau. Dans les parties alors à découvert, M. Depéret m'a fait observer que les galets de quartzite étaient peu nombreux, et qu'il y avait beaucoup de galets de divers calcaires très durs, faciles à confondre avec les quartzites, car ils prennent comme eux des teintes empruntées au sable encaissant, notamment les teintes ferrugineuses. Il devenait dès lors douteux que les très nombreux quartzites qu'on observe à diverses hauteurs sur le

nouvelle coupe, moins fossilifère, montrait un pendage de 30° environ vers le sud. Dans le chemin qui descend du bois de Charmontay vers le hameau de La Route on constate une inclinaison semblable; de la sorte, les couches visibles en ce point doivent passer sous celles que l'on observe au fond du vallon voisin de l'Ecotay et sous celles du versant sud de ce vallon. Comme les coteaux qui encadrent ce vallon ont environ 80 m. de hauteur, on peut évaluer à près de 200 m. la puissance de l'étage tortonien dans sa partie visible en cet endroit. A l'appui de ces observations, il convient de noter, tout en haut de cette formation et adossé directement à la falaise jurassique, sur l'ancien chemin du hameau de Cuquen au hameau de Brègne, la présence d'un grès calcaire bleuâtre, qui, suivant un renseignement donné par un habitant éclairé du pays, se retrouve dans tous les sondages qu'on fait sous la plaine entre Jujurieu et Saint-Jean-le-Vieux. Ce grès passe ainsi vers le sud, sur 1 kilomètre environ de distance horizontale, de l'altitude de 340 m. au-dessous de la cote 250.

flanc sud du bois de Charmontay (v. *B. S. G. F.*, [3], XXVI, p. 11 et 20) appartiennent réellement au Tortonien. De plus, en les visitant de près, M. Depéret a été frappé de ce que le sable qui les accompagne, quoique très analogue au sable tortonien sous-jacent, ne présentait pas les traces de stratification qu'on trouve dans celui-ci. Il aurait donc au moins subi un remaniement au moment du dépôt de ces quartzites. Je suis heureux de m'incliner ici devant la justesse de ces observations et devant l'autorité du savant maître, dont j'ai cru pouvoir combattre certaines solutions, précisément en ce qui concerne les cailloutis en question. Ils ne sont pas tortoniens; mais viennent-ils de glaciers pliocènes? C'est ce que je me suis permis de contester, et ce que je me réserve de discuter encore dans une prochaine communication.

Sur un autre point encore, je me plais à reconnaître spontanément, après une nouvelle étude de la localité, la préférence qu'il y a lieu d'accorder à une interprétation présentée dans leur bel ouvrage sur « La Bresse » par MM. Delafond et Depéret. Il s'agit de la coupe du coteau de Varambon. La figure donnée par eux et reproduite par moi au *B. S. G. F.*, (3), XXVI, p. 16, me semble maintenant plus conforme à la vérité des faits que celle que je proposais, *Ibid.*, p. 18. Ce qui m'a paru trancher la question en ce sens, c'est la visite d'un petit ravin, très étroit, caché par les buissons et que de la route on prendrait pour une simple haie; il est à peu près à égale distance entre le village et le cimetière. Du haut en bas de ce ravin, on suit les sables molassiques avec une inclinaison très voisine de celle du coteau lui-même; de la même façon que l'on peut suivre les marnes pontiennes dans le ravin du bief de la Croze. Les formations seraient donc concordantes. Je crois devoir préférer la coupe donnée par ce petit ravin aux observations faites dans le grand ravin situé derrière l'église et dans le parc du château, parce que ce dernier ravin, dont la véritable orientation est facilement masquée par les maisons du village, par les murs du parc et par l'habitation du jardinier, prend en somme une direction très oblique par rapport au plongement des couches.

Il y a tout lieu de croire que le Pontien supérieur dont on constate la superposition au Tortonien entre le hameau de la Tuillière et Jujurieu est affecté de la même inclinaison, quoique peut-être avec une certaine atténuation. C'est cette indication qui a été suivie dans la coupe ci-jointe [1].

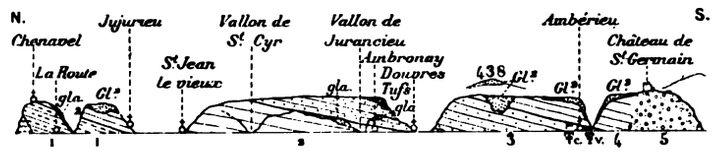


Fig. 7. — Echelle 1/160.000 environ ; hauteurs décuplées.

gla, Glaciaire épars ; *Gl²*, Glaciaire de la deuxième phase ; 5, Conglomérats de Saint-Germain ; 4, Pontien supérieur ; 3, Pontien moyen ; 2, Pontien inférieur ; 1, Tortonien ; $\mathfrak{F}_c$, Gisement de coquilles ; $\mathfrak{F}_v$, Gisement de Vertébrés.

Au point de vue pétrographique, je n'ai pu indiquer aucune division dans le Tortonien ; nous n'y avons pas constaté de succession assez nette et assez importante dans la composition des différentes assises pour fournir des coupures intéressantes. Il y a lieu de noter seulement un changement de faciès latéral : à mesure que l'on approche de la falaise jurassique le nombre des cailloux roulés de nature calcaire va en augmentant de manière à devenir tout à-fait prédominant au pied de cette falaise. C'est l'effet du voisinage de la terre ferme augmenté par les apports d'un grand torrent qui arrosait la partie occidentale, déjà émergée, du Jura, et débouchait en ce point dans la mer tortonienne.

Dans le Pontien je n'ai cru devoir indiquer que trois grandes divisions, qui encore n'ont rien d'absolu, mais se réfèrent seulement au caractère prédominant des assises. En bas et vers le nord du côté de Saint-Jean-le-Vieux, ce sont surtout des argiles compactes, résistantes et peu plastiques. Plus haut, à partir du milieu des collines de Saint-Jean-le-Vieux et d'Ambronay et jusqu'au pied de celles de Douvres, c'est une alternance d'argiles ou de marnes calcaires avec des lignites. Enfin à la partie supérieure en approchant d'Ambérieu, j'ai marqué des argiles plus plastiques ;

1. La carte de la région, qui au point de vue du Miocène n'ajouterait aucun éclaircissement notable à cette coupe, sera donnée à l'occasion d'une communication prochaine sur les cailloutis superposés à cet étage. On pourra s'y référer pour l'indication des localités fossilifères décrites antérieurement.

cette forme m'a paru prédominante dans les points, surtout les points fossilifères, que j'ai pu explorer. Je n'ai pas cru devoir indiquer comme couches continues, mais seulement comme faciès locaux, les tufs et conglomérats, que j'avais signalés en divers points. Les tufs, qui peuvent, comme on l'a vu, se rencontrer au milieu d'autres couches, deviennent prédominants au voisinage des ravins qui dès cette époque amenaient dans le lac miocène des petits torrents venus des montagnes calcaires jurassiques. C'est le cas de la belle coupe que j'ai décrite [1] au nord de Douvres, de celle de l'éperon de Vareilles près d'Ambérieu [2], et des couches de tuf superficielles constatées dans le village du Tiret [3]. Les ravins qui amenaient ces eaux calcaires n'étaient pas à beaucoup près aussi profonds que les gorges existant actuellement dans leur voisinage et qui me paraissent n'avoir été ouvertes sous forme de cluses à parois verticales qu'à la fin du Miocène, lors des derniers mouvements qui ont donné aux Alpes leur relief définitif [4]. Mais il existait déjà, au voisinage de ces points, des dépressions dans la chaîne jurassique et de petits torrents en occupaient le fond. — Les conglomérats calcaires existant au sud d'Ambérieu, à Saint-Germain, et leur ciment également très calcaire, ont aussi une cause tout à fait locale; comme je l'ai montré [5], ils ont été produits par les éboulis des montagnes précipités dans le lac miocène qui venait battre leur pied et résultant du démantèlement de falaises qui présentaient alors un relief plus considérable que de nos jours.

Au point de vue paléontologique, les seuls traits généraux qui soient à relever après tout ce qui a déjà été dit, c'est que les Mollusques tout à fait caractéristiques du Pontien, ceux qui n'ont pas encore été rencontrés dans le Pliocène, se trouvent dans les couches inférieures du côté de Saint-Jean-le-Vieux. Ce sont :

Melanopsis Kleini Kurr. var. *valentinensis* Font.	*Valvata sibinensis* Neum. var. *Sayni* Font.
— *Depereti* Boistel.	— *hellenica* Tourn. var. *cabeolensis* Font.

Un petit nombre passent dans les couches moyennes, à alter-

1. *B. S. G. F.*, 1894, (3), XXIII, p. 637 et suiv.
2. *B. S. G. F.*, 1894, (3), XXIII, p. 631 et suiv.
3. *Ibid.*, p. 636.
4. Voir *B. S. G. F.*, 1894, (3), XXIII, p. 653 et suiv. Cette date me paraît encore confirmée par la flexion qu'ont subie les couches miocènes à la hauteur de Douvres et qui a changé leur direction N.E.-S.O. en direction N.O.-S.E.; en les faisant participer ainsi au mouvement de toutes les chaînes du Jura.
5. *B. S. G. F.*, 1894, p. 646 et suiv.

nances de marnes et de lignites : *Melanopsis Kleini*, *Valvata sibinensis ?*

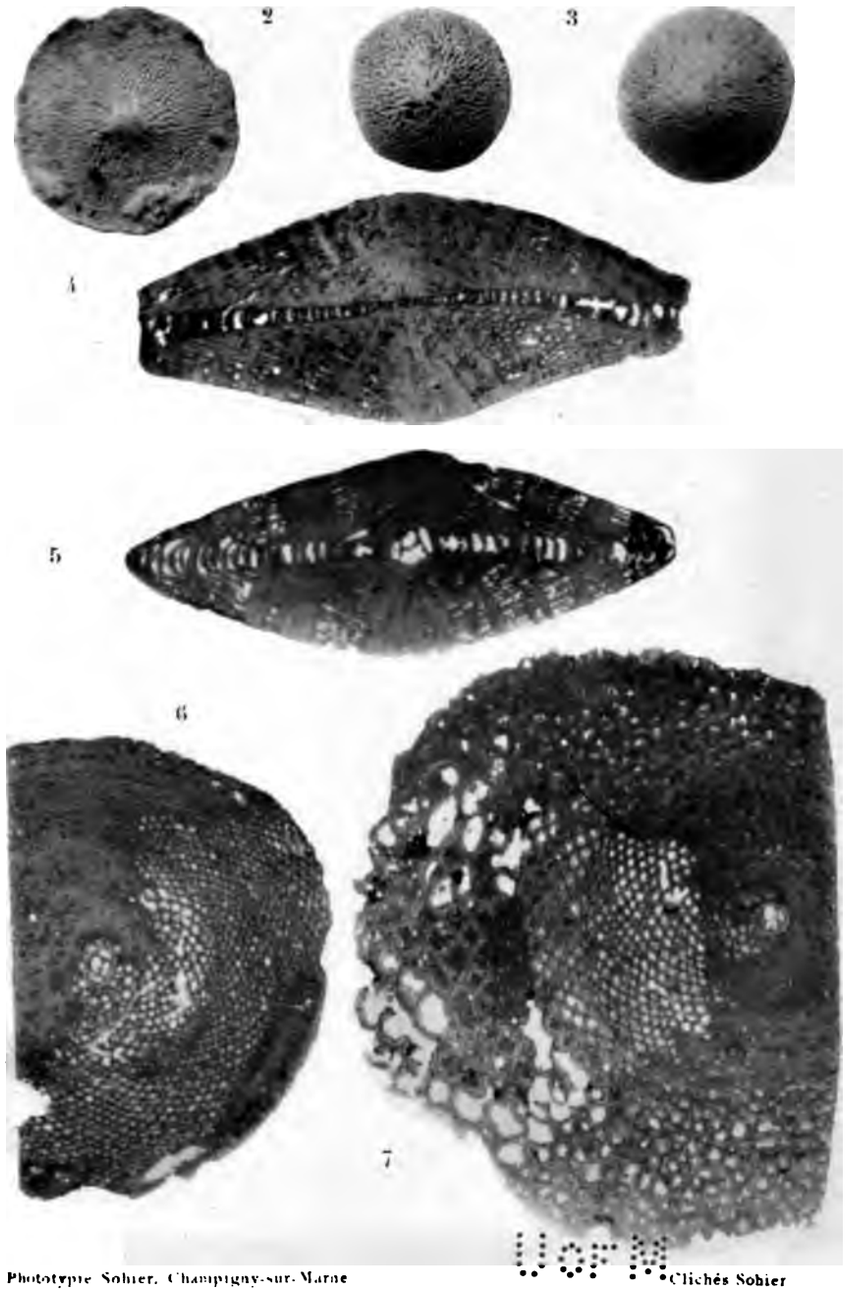
Ce sont d'ailleurs presque uniquement des espèces aquatiques. Au contraire les Mollusques récoltés dans les argiles supérieures, notamment dans le riche gisement d'Ambérieu, sont tous de ceux qui passent abondamment dans le Pliocène ; ils appartiennent à la faune d'Hauterive :

Zonites Colonjoni Mich.
Helix Chaixi Mich.
Helix delphinensis Font.
Triptychia Terveri.
Clausilia Baudoni Mich.
Limnæa heriacensis Font.
Testacella Deshayesi Mich.
Planorbis heriacensis Font et P. *Philippei* Loc.

Cette succession des faunes est tout-à-fait conforme aux données générales de la paléontologie, et aux faits observés dans toute la région lyonnaise. — Plusieurs espèces reconnues depuis longtemps dans le Pliocène, se trouvent avoir commencé assez bas dans le Pontien ; ce sont :

Vertigo Dupuyi Mich.
Planorbis Bigueti Font.
Valvata marginata Mich.
Neritina Philippei Tourn.
Triptychia Terveri Mich.
Nematurella lugdunensis Tourn.
Nematurella ovata Bronn.
Segmentina filocincta Sandb.

Quant aux Vertébrés, ils ne présentent, eux, aucun indice de variations. Le *Dinotherium giganteum* a été trouvé aussi bien à Saint-Jean-le-Vieux qu'à Ambérieu ; il a donc laissé des débris jusqu'à la fin du Pontien, sans jamais remonter dans le Pliocène. Et s'il se trouve, à Ambérieu, associé, à une faune de vertébrés beaucoup plus riche : *Hipparion*, *Cervus*, *Tragoceros*, *Castor*, *Rhinoceros*, *Hyæna*, *Testudo*, cela tient seulement à une circonstance plus favorable à l'accumulation des débris d'animaux en cet endroit. Ce gisement, placé comme une sentinelle avancée à l'extrémité sud et à la partie supérieure des formations miocènes, vient par un caractère tout à fait précis et exclusif affirmer l'âge antépliocène de tous les dépôts situés au nord sur toute la bande étudiée dans ce travail.



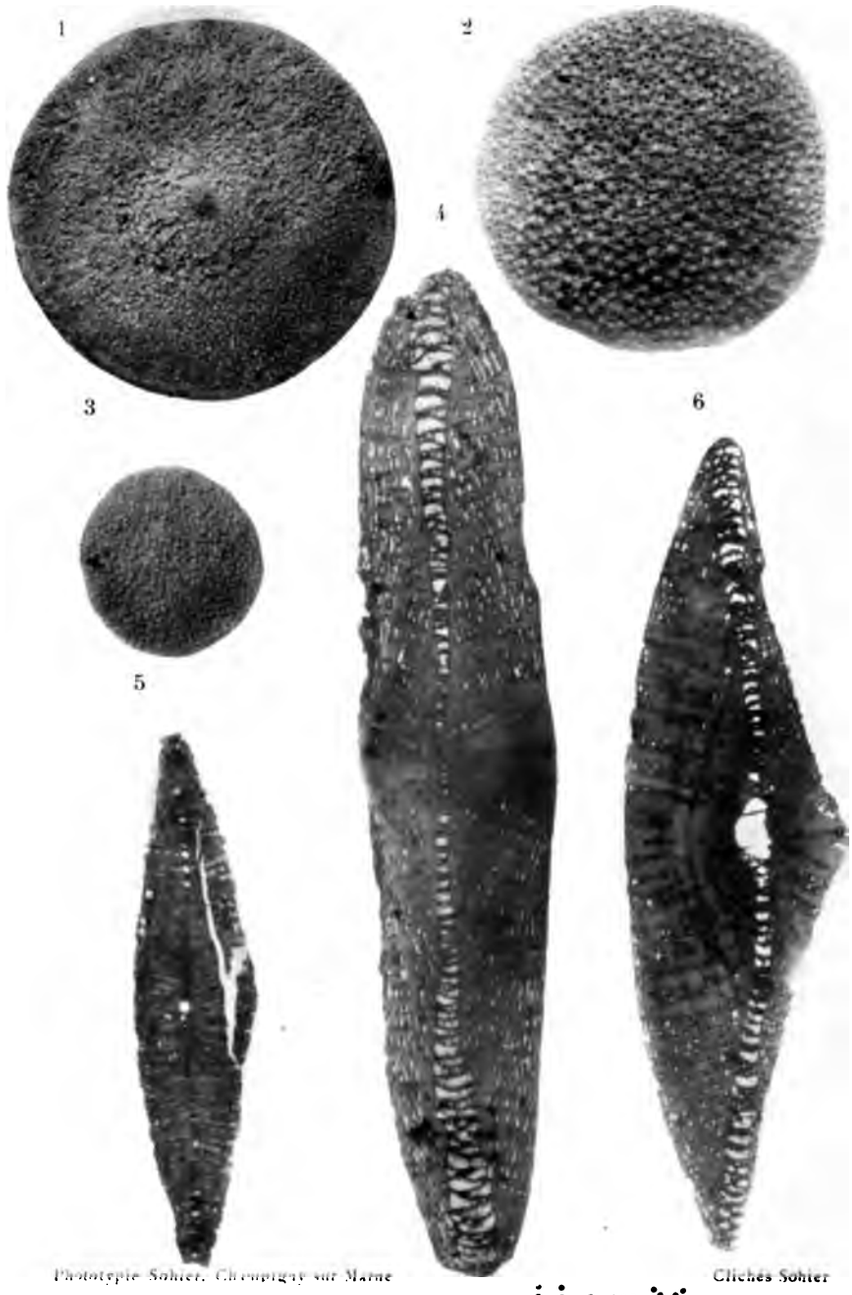
U of M

Phototypie Sohier, Champigny-sur-Marne Clichés Sohier

Orbitoïdes media d'Archiac.

Note de M. Ch. Schlumberger

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série; T.I; Pl. VIII
(Séance du 4 Novembre 1901)

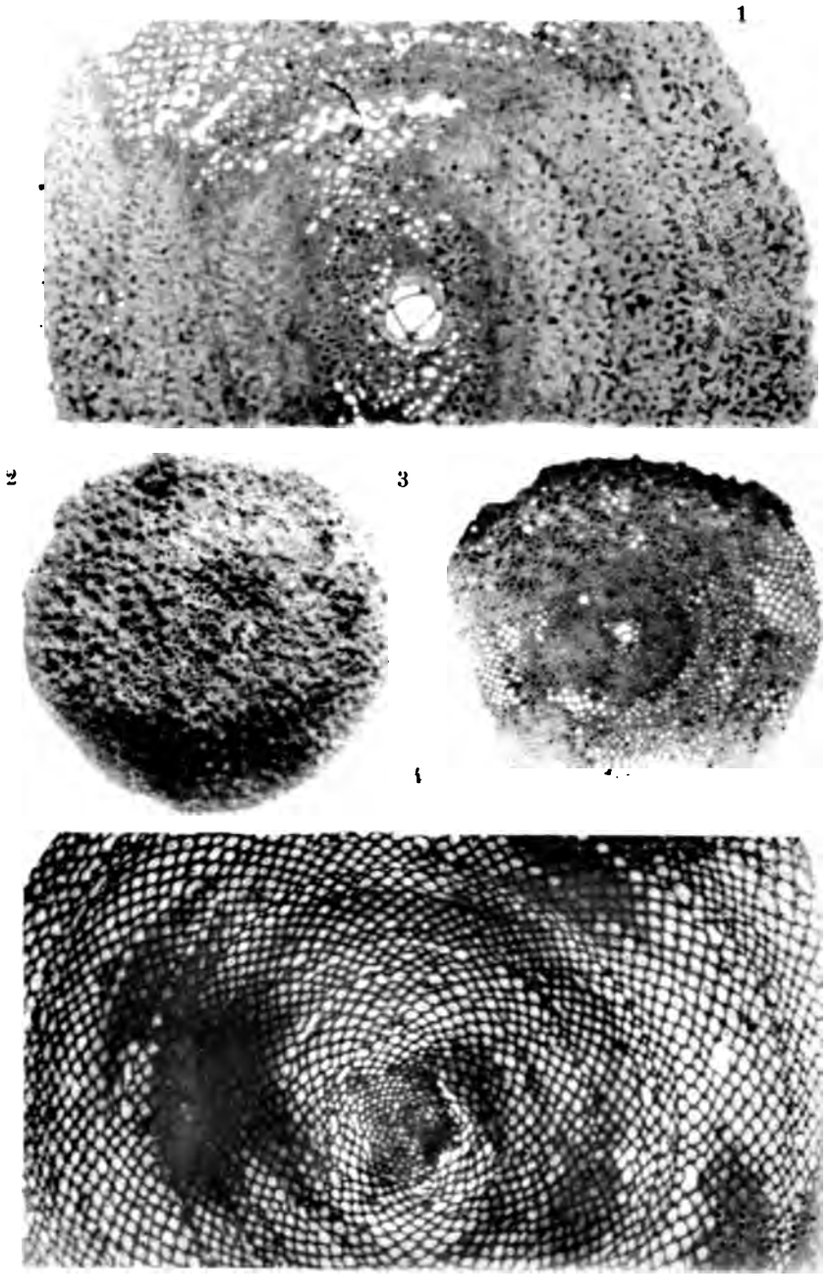


Phototypie Sohier, Champigny sur Marne Clichés Sohier

1, 4, 6, Orbitoïdes apiculata Schlumb.; 2, 3, 5, O. minor Schlumb.

Note de M. Ch. Schlumberger

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série. T.I. Pl. IX
(Séance du 4 Novembre 1901)

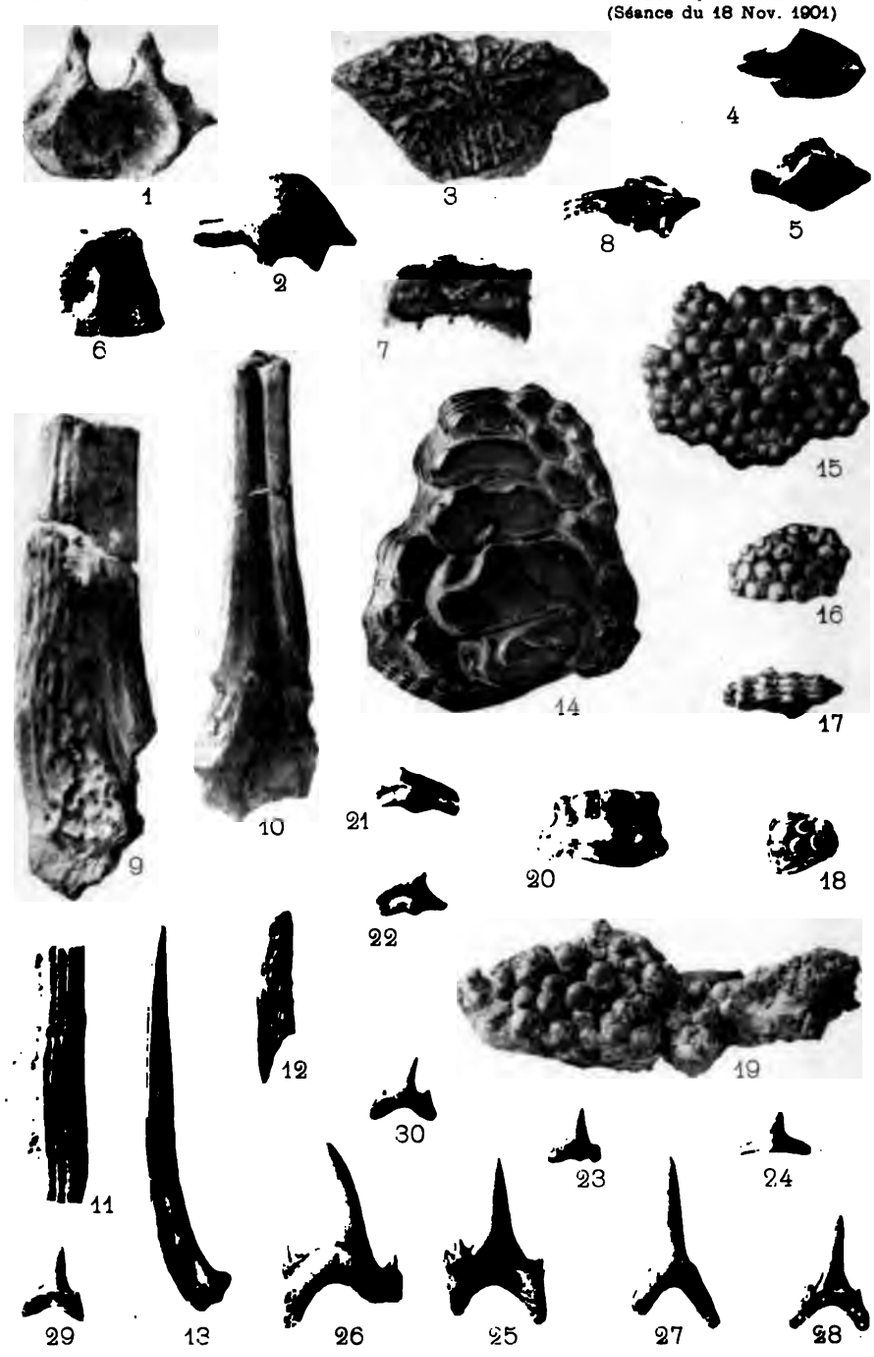


Phototypie Sohier, Champigny-sur-Marne Clichés Sohier

1, 4, Orbitoïdes apiculata Schlumb.: 2, 3, O. minor Schlumb.

Dr G. Pilarski imp. 27, rue de Coulmiers Paris

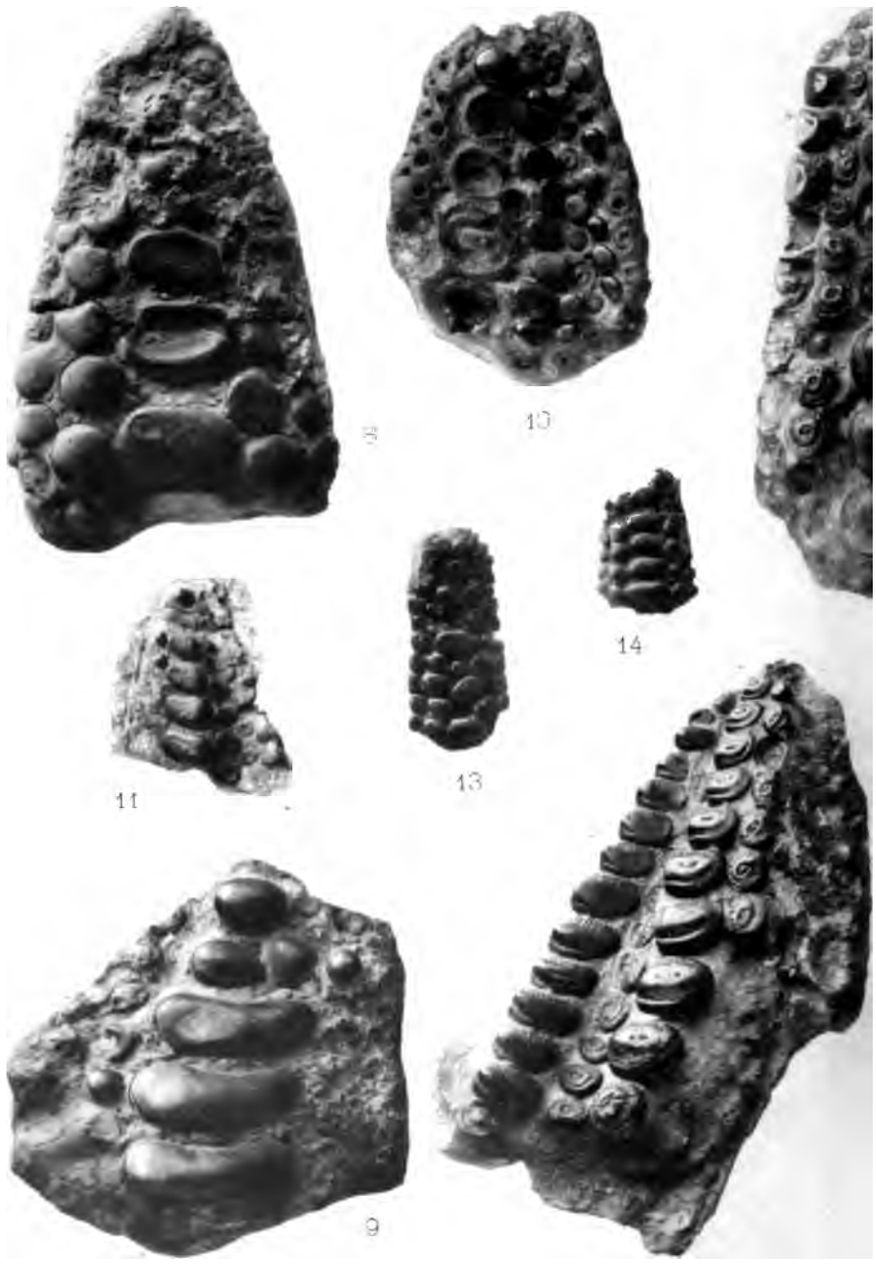
Poissons de l'Eocène inférieur des environs de Reims



Dr G. Pilarski imp. 27, rue de Coulmiers Paris

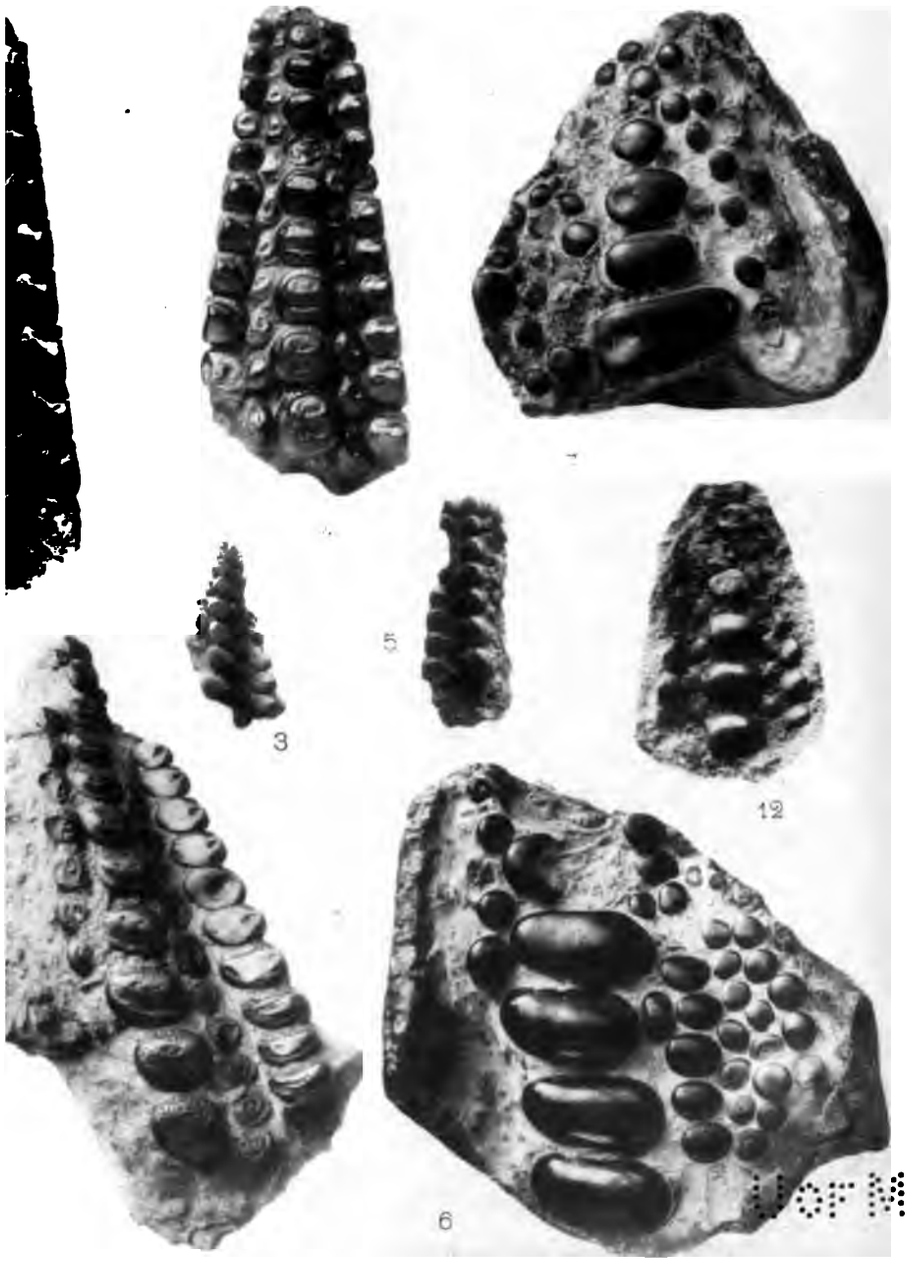
Poissons de l'Eocène inférieur des environs de Reims

Bull. Soc. Geol. de France



Dr G. Pilarski phot. et imp.

Pycnodontes jura



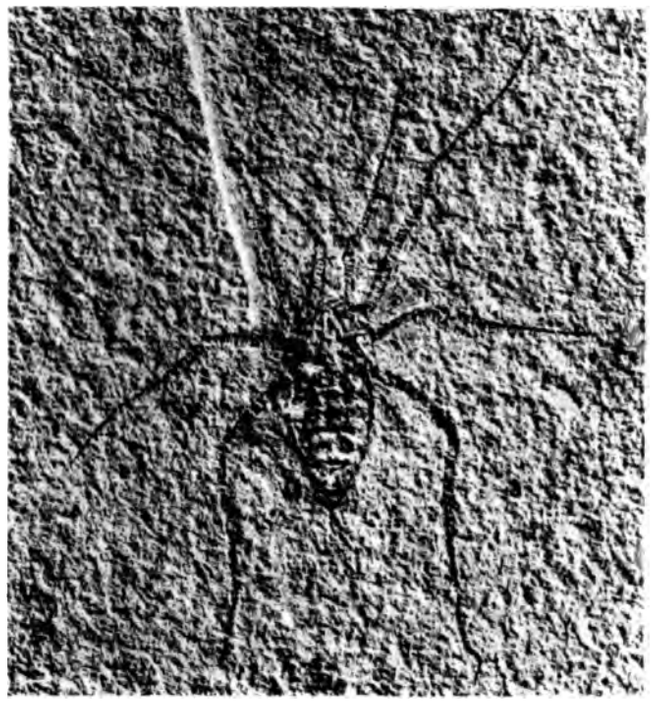
27, rue de Coulmiers, Paris

s du Boulonnais

Note de M. A. Chevenin

Bull. Soc. Geol. de France 4e Série; T. I; Pl. XIII
(Séance du 16 Décembre 1901)

$\frac{2}{1}$



1

$\frac{3}{1}$

2

Dr G. Pilarski imp. 27, rue de Coulmiers, Paris

Arachnides du Houiller de Commentry

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
A LAUSANNE
ET DANS LE CHABLAIS

du Mardi 3 Septembre au Mercredi 11 Septembre 1901

Les membres de la Société qui ont assisté à la Réunion extraordinaire sont :

MM. A. Bioche.
G. Brouet.
Jean Brunhes.
L. Carez.
H. Douvillé.
H. Douxami.
E. Ficheur.
E. Haug.
Armand Janet.
E. Jorissen.
W. Kilian.
R. Langlassé.
MM. A. de Lapparent.
Maurice Lugeon.
Jean Miquel.
L. Pervinquière.
E. Renevier.
J. Révil.
F. Reymond.
A. de Riaz.
Etienne Ritter.
H. Sage.
Carl Schmidt.
G. Steinmann.

Les personnes étrangères à la Société ayant pris part aux excursions sont :

M. P. Berthon.
Mme Bioche.
MM. R. Douvillé.
F. Jaccard.
Paul Jaccard.
Jacob.
MM. Keidel.
Moulin.
Preiswerk.
L. Rollier.
Steinmann (fils).
Stuart-Menteath.

Assistaient en outre à l'excursion du 3 septembre, les membres de la Société vaudoise des Sciences naturelles dont les noms suivent : MM. Amann, Bieler, Delessert, de Raydmaine, Guinand, Lador, Murisier, Pelet, Porchet, Schenck.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

proposé par M. M. LUGEON

Lundi 2 Septembre. — *Rendez-vous préliminaire* à l'hôtel Beau-Site, place Montbenon, à Lausanne, pour les membres qui arriveront dans la journée. Les chambres seront retenues à l'avance. Déjeuner et dîner à l'hôtel. Visite des musées et promenade dans les environs si le désir en est exprimé.

Mardi 3 Septembre. — *Rendez-vous définitif* au Musée de Géologie (4, place de la Cathédrale), à 10 heures. [Le train de Paris arrive à 8 h. 40 (heure suisse)]. Visite des collections. — *Séance d'ouverture*, constitution du Bureau. *Exposé général des courses* par M. Lugeon.

A 12 h. 30, lunch à l'hôtel Beau-Site.

Après-midi. — *Etude du Tertiaire du vallon de la Paudèze.* — Départ à 2 heures : vallon de la Paudèze ; Rochette ; Pont de Belmont ; Les Daillettes. Retour à Lausanne par le tramway.

A 7 heures, dîner à l'hôtel Beau-Site.

Mercredi 4 Septembre. — *Tour du Haut-Lac ; environs du Bouveret, Saint-Gingolph et Meillerie, vallée du Rhône jusqu'à Monthey.*

Départ d'Ouchy à 6 h. 35 par le bateau longeant la côte suisse. — On voit successivement du bateau : Terrasses lacustres des environs de Pully et de Lutry ; Lutry-Cully, crêtes monoclinales de la Molasse, glissement d'Epesse ; couches de poudingue aquitanien de Lavaux ; synclinal molassique du Pèlerin ; delta de la Veveyse ; molasse rouge mamelonnée par le glacier du Rhône entre Vevey et Clarens ; Préalpes de Montreux, dont la géologie compliquée sera expliquée du bateau ; la plaine du Rhône ; le Bataillère (chute sous-lacustre du Rhône dans le Léman), Bouveret, Saint-Gingolph. — Arrivée à Meillerie, à 9 h. 10. — Excursion à l'ouest de Meillerie. — Meillerie à Saint-Gingolph par Locum.

Déjeuner à Saint-Gingolph vers 1 heure.

De Saint-Gingolph au Bouveret par le Fenalet. — Du Bouveret à Monthey en voiture : Préalpes médianes (voir Lugeon : *La région de la Brèche du Chablais*, pp. 264-267). Le Grammont ; les Evouettes ; la Porte du Sex ; Vouvry ; Vionnaz.

Arrivée à Monthey vers 8 heures, dîner et coucher à Monthey.

Jeudi 5 Septembre. — Le matin, *promenade dans les environs de Monthey.* — Etude du soubassement des Préalpes médianes (voir Lugeon : *La région de la Brèche du Chablais*, p. 233).

Déjeuner à Monthey.

Après-midi. — *De Monthey à Champéry en voiture.* — Le Val d'Illiez.

Dîner à Champéry (alt. : 1070 m.). — Séance le soir à 8 heures et demie. — Coucher à Champéry (Hôtel de la Dent-du-Midi).

Vendredi 6 Septembre. — Départ matinal à pied de Champéry pour la Croix de Culet, Pointe de l'Haut, Morgins. — Effets expédiés directement à Morgins. Porteurs pour les provisions.

Cette journée est consacrée à l'étude d'une région disloquée à l'extrême (Pour le détail, voir Lugeon : *La région de la Brèche*, pp. 141, 163, 178-183, 208-219, 227, 233-235, 244-247).

De Champéry à Culet (1966 m.); montée à la Porte du Soleil (1964 m.); La Tovassière (2015 m.); La Chaux (1904 m.).

Dîner et coucher à Morgins (alt. 1314 m.).

Samedi 7 Septembre. — *Environs de Morgins;* départ à pied par le massif de Tréveneusaz sur Vouvry. — Effets expédiés directement à Vouvry. Porteurs pour les provisions.

Journée consacrée à l'étude du contact du massif de la Brèche et des Préalpes médianes du massif de Tréveneusaz (voir Lugeon : *La région de la Brèche*, pp. 142-145, 156-163, 182-184, 188-193).

Col de Morgins (1375 m.); Portes de Morgins (1794 m.); Mont Corbeau (1995 m.); Bellevue (2030 m.) (Tréveneusaz); Draversaz.

Départ par le chemin de fer à 5 h. 25 (heure suisse), arrivée à Thonon à 5 h. 47 (heure française).

Dîner à Thonon (Hôtel de l'Europe), à 6 heures. — Séance le soir à 8 heures et demie. — Coucher à Thonon.

Dimanche 8 Septembre. — Départ en voiture à 8 heures pour le Biot et Saint-Jean d'Aulph avec arrêts nombreux. — *Etude des Préalpes médianes et de leur contact avec le Massif de la Brèche.* Environs de Thonon. Gorges de la Drance; aiguille de Feterne; l'Armône; Pont de l'Eglise; Reyvroz; Bioge; la Vernaz; la Forclaz; le Jotty; visite au Pont-du-Diable, perte de la Drance.

Déjeuner au Jotty, vers midi.

Nicodez; Pont de Dimery; Pont de Convaloup; Seytroux; gorges d'Ombre.

Dîner et coucher à Saint-Jean d'Aulph.

Lundi 9 Septembre. — Départ de Saint-Jean à 5 h. du matin, à pied, pour Brion, le col de Lens, le lac de Montriond, Morzine. — Effets expédiés directement à Morzine. Porteurs pour les provisions.

Etude du pli frontal du Massif de la Brèche (voir Lugeon : *La région de la Brèche*, pp. 152-154, 200-207). — Dîner à Morzine. Séance le soir à 8 heures et demie. — Coucher à Morzine (Hôtel Muffat).

Mardi 10 Septembre. — Départ à pied pour Taninge par la Mouille-Ronde et la Rosière. — Effets expédiés directement à Taninge. Porteurs pour les provisions.

Etude des Klippes cristallines des Gêts (voir Lugeon : *La région de la Brèche*, pp. 29-40, 247-251). Les Atraix; la Mouille-Ronde; le Tourne, serpentine; traversée dans le Flysch jusqu'aux Bonnes; Klippe basique dans le Flysch; à la Rosière, pointement important de granite et roches basiques; descente raide sur Taninge au travers des terrains

ci-après, en superposition normale : Brèche supérieure, Schistes ardoisiers, Brèche inférieure, Schistes liasiques, calcaire dolomitique du Trias, Houiller.

Dîner à Taninge. — Coucher à Taninge (Hôtel des Balances).

Mercredi 11 Septembre. — *Promenades dans les environs de Taninge.* — Ravin du Foron.

Déjeuner à Taninge à midi. — Séance de clôture à une heure et demie.

Retour facultatif sur Genève par le tramway de la vallée du Giffre jusqu'à Annemasse.

DOCUMENTS A CONSULTER

La région à parcourir a été presque entièrement décrite dans l'ouvrage : *La région de la Brèche du Chablais*, par Maurice Lugeon (Bull. Services Carte géol. de France, N° 49. Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 17 fr. 25). — Une liste bibliographique complète (jusqu'en 1895) se trouve dans cet ouvrage auquel nous renvoyons le lecteur Une description générale du territoire des Préalpes y est donnée.

Bibliographie depuis 1895

1897. — E. Haug, Le Problème des Préalpes (*Revue générale des Sciences*, 15 septembre 1897).

1898. — H. Schardt, Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXIV, Bull. 128).

1899. — E. Haug, Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXV, Bull. 132).

1900. — H. Schardt, Encore les régions exotiques (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXVI, Bull. 136).

1901. — M. Lugeon, Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses (*C. R. Ac. des Sc.*, 7 janvier 1901).

1901. — M. Lugeon et G. Roessinger, Géologie de la Haute vallée de Lauenen (*Arch. Sc. phys. et nat.*, 4e sér., t. XI).

Cartes

1. Carte géologique de France au 1/80.000. Feuille 150, *Thonon*; Feuille 160 bis, *Annecy* (Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 6 fr. la feuille, non entoilée).

2. Carte géologique du Val d'Illiez au 1/50.000, par Maurice Lugeon (Pl. VIII, *Bull. Carte géol. de Fr.* N° 49).

3. Carte géologique suisse au 1/100.000, feuille XVI, 2e édition, feuille XVII (10 francs la feuille, non entoilée).

4. Carte topographique suisse (Atlas Siegfried) 1/25.000, feuilles 466 (Bouveret); 474 (Vouvry); 474 bis (Pas de Morgins); 476 (Bex); 483 (Saint-Maurice) (1 franc la feuille, non entoilée).

Séance d'ouverture, Mardi 3 Septembre 1901

PRÉSIDENCE DE M LÉON CAREZ,
Puis de M. MAURICE LUGEON, Président de la Réunion.

La Société se réunit à 10 heures, au Musée de Géologie de Lausanne.

M. **Léon Carez,** Président de la Société, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs et chers confrères. — En déclarant ouverte la Réunion extraordinaire de 1901, je vous rappelle qu'aux termes du règlement de notre Société, un bureau spécial doit être nommé pour la durée de la session. Mon rôle en tant que Président annuel se borne donc à présider à l'élection.

« Je tiens pourtant auparavant à exprimer à M. Lugeon toute la gratitude que nous lui devons pour avoir accepté la charge de diriger nos courses de cette année.

« Nos Réunions extraordinaires, dont la tradition ininterrompue remonte à plus de soixante ans, ont toujours largement contribué aux progrès de la géologie et à l'établissement de sentiments plus intimes de bonne confraternité entre les géologues, mais celle qui commence aujourd'hui aura certainement une importance exceptionnelle. Grâce aux travaux d'un certain nombre de géologues, nous allons en effet pouvoir étudier non pas seulement des faits d'intérêt purement régional, mais des phénomènes tectoniques grandioses, dont la possibilité même est encore discutée, et qui, s'ils sont démontrés, ne sont certainement pas limités à la région du Chablais.

« L'honneur d'avoir trouvé une solution aux problèmes si difficiles du pays que nous allons parcourir, revient en grande partie aux géologues suisses ; aussi avons-nous choisi la ville de Lausanne pour y tenir notre première séance. C'est pour cette même raison que je vous demande de rendre un hommage bien mérité au géologue éminent qui a consacré sa vie à l'étude du pays que nous allons visiter et des régions voisines, et que nous avons le plaisir de voir aujourd'hui parmi nous : je vous propose de nommer M. le Professeur Renevier, président d'honneur de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1901. »

On procède ensuite à la constitution du Bureau : M. E. RENEVIER est élu président d'honneur, M. Maurice LUGEON est élu président : il est assisté de MM. E. RITTER, vice-président ; R. LANGLASSÉ, trésorier ; H. DOUXAMI, secrétaire.

M. E. **Renevier** remercie la Société géologique de France du grand honneur qu'elle lui fait et regrette que son état de santé ne lui permette pas de l'accompagner sur le terrain ; mais il est particulièrement heureux de voir son élève, actuellement son jeune collègue à l'Université de Lausanne, M. M. Lugeon, la guider.

Il salue cordialement la Société géologique de France au nom de la Société géologique suisse dont il est le Président et lui souhaite en terminant une bonne et belle excursion tant sur le territoire suisse que dans le Chablais.

M. **Carez** répond :

« Je remercie M. le Professeur Renevier de ses bons souhaits et je le prie d'être notre interprète auprès des membres de la Société géologique suisse.

« Avant d'inviter M. Lugeon à prendre place au fauteuil, j'ai le regret de vous annoncer la perte d'un de nos confrères, dont la nouvelle est parvenue à notre connaissance depuis notre dernière réunion : le comte DE LIMUR, l'un des plus anciens membres de notre Société, qui s'occupait spécialement de minéralogie, est décédé récemment à Vannes.

« Enfin, j'ai l'honneur de vous présenter, au nom du bureau du Congrès géologique international de 1900, les volumes du Compte-rendu de ce Congrès. Grâce à l'activité et au dévouement de M. Barrois, secrétaire général, et des autres secrétaires du Congrès, les Comptes-rendus ont été publiés avec une rapidité à laquelle les sessions précédentes ne nous avaient pas habitués ; ils ont paru dix mois seulement après la clôture du Congrès.

« Ces volumes ne le cèdent pourtant pas en importance à leurs devanciers par le nombre et l'intérêt des communications qui y sont insérées et qui traitent de la géologie des pays les plus divers. J'attirerai particulièrement l'attention sur le Lexique pétrographique qui n'occupe pas moins de trois cents pages de texte et qui a été adopté par la Commission internationale de pétrographie ».

Par suite de la présentation faite dans la séance du 17 juin 1901, le Président proclame membre de la Société géologique de France :

M. Edward **Jorissen**, présenté par MM. E. Haug et L. Gentil.

M. Carez dépose sur le bureau une note de M. **A. Guébhard** accompagnée de la première épreuve définitive de sa Carte géologique au 1/80.000 du S. O. des Alpes-Maritimes [1].

M. Lugeon prend place au Bureau :

M. **Maurice Lugeon** remercie vivement la Société de l'honneur qu'elle lui fait en l'appelant à la présidence et en le chargeant de diriger la Réunion extraordinaire. Comme l'a très bien dit M. Carez, le problème du Chablais n'est pas un de ceux dont l'importance est purement locale, il s'agit ici d'une théorie dont l'édification peut avoir une portée considérable dans les synthèses.

Dans un rapide exposé M. Lugeon indique les raisons principales qui obligent à chercher, dans de grands recouvrements, l'origine de cette région alpine. Il cite l'anecdote suivante, pour montrer quelles ont été les difficultés à vaincre. Un jour, dans le vallon du Foron, à Taninge, M. Marcel Bertrand et lui trouvèrent des calcaires sous le Carbonifère, au pied d'un énorme massif dont le centre étudié par M. Michel-Lévy présentait des lambeaux de roches cristallines. C'étaient là peut-être des calcaires houillers ; mais l'étude microscopique montra qu'il s'agissait de roches crétaciques ! Depuis lors, les levés détaillés de la géologie du Chablais apportèrent surprises sur surprises : ce fut entre autres la découverte inattendue de la disparition des Hautes-Alpes sous les Préalpes ; puis la conception provisoire du pli à déversement périphérique, remplacée plus tard par l'hypothèse des grandes nappes de charriage. Aujourd'hui la manière de comprendre les faits évolue encore, non dans le sens *de l'origine par transport* de tout le Chablais, qui aux yeux de M. M. Lugeon ne peut plus être suspectée, mais dans le sens du *procédé mécanique* employé par la nature pour opérer de pareils déplacements de l'écorce terrestre.

Des faits nouveaux éclairent de plus en plus cette question ; par exemple la découverte de la *racine* d'une partie de la zone interne, puis le laminage extraordinaire de cette même zone, démontrés par M. Roessinger, l'un des élèves de M. Lugeon, enfin la nouvelle interprétation de la formation des Klippes du val d'Illiez et du massif de Tréveneusaz.

M. Lugeon montre que le problème du Chablais est, au fond, le même que celui qu'offrent les Alpes de Glaris.

1. Cette note a été insérée au compte-rendu de la séance du 4 novembre 1901 (*B. S. G. F.*, [4], I, p. 444).

La conférence de M. Lugeon, complétée à la suite de nouvelles recherches [1], fait l'objet du mémoire inséré plus loin p. 723.

En terminant, M. Maurice Lugeon convie ses confrères de la Société à la vérification de son hypothèse, affirmant qu'il n'hésitera pas à modifier sa théorie du charriage, s'il est démontré que les faits sur lesquels il s'appuie peuvent être logiquement interprétés d'une autre façon.

Le soir, à l'issue du dîner, dont le vin était offert par la *Société vaudoise des Sciences naturelles*, M. le Professeur Paul JACCARD souhaite la bienvenue à la Société géologique de France au nom des savants vaudois.

SUR L'AGE DU CONGLOMÉRAT SUBALPIN OU *NAGELFLUH* DE LA SUISSE [2]

par M. L. **ROLLIER**

Sur la Carte géologique de la Suisse au 1/100.000 et dans les ouvrages qui s'y rapportent, on peut voir que le Conglomérat subalpin, calcaire ou polygénique, est marqué **mi**, **mm** et **ms**, c'est-à-dire qu'il est rapporté à la « Molasse d'eau douce inférieure, à la Molasse marine et à la Molasse d'eau douce supérieure. » La première comprenant des molasses à bancs calcaires, des marnes rouges, etc., est rapportée généralement à l'étage aquitanien (calcaires de la Beauce à *Helix Ramondi*), avec lequel il convient de terminer l'Oligocène (« Aeltere Molasse » de v. Gümbel).

Des coupes relevées par moi sur la rive droite du lac de Constance, dans le Bregenzerwald, les cantons de Saint-Gall et d'Appenzell (voir aussi les matériaux publiés dans Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, Lief. 14, I.) montrent que les poudingues calcaires ou polygéniques commencent seulement au-dessus de l'Aquitanien.

En particulier le conglomérat du Gäbris, comme du reste celui du Speer, du Rossberg, du Righi, etc., ne sont pas autre chose que

1. Ces nouvelles recherches ont été communiquées à la Société, par M. Lugeon, à la séance du 17 fevrier 1902.

2. M. Rollier n'étant pas membre de la Société, l'insertion de cette note a été décidée par le Conseil.

le prolongement du Nagelfluh et de la molasse marine de Saint-Gall (Helvétien), qui contient des intercalations de grès coquillier (Muschelsandstein, Seelaffe) appartenant au faciès subjurassien.

La molasse dite granitique de Sainte-Marguerite (S. Margarethen), avec le grès coquillier (Seelaffe) de Rorschach et de Rheineck, constituent un faciès à peu près sans poudingue du même étage, qui se continue vers l'est dans le soubassement du Pfänder et dans l'anticlinal du Bregenzerwald, où ils sont également sans galets.

Par contre les grands rochers du Pfänder (palier de Fluh et de la Gebhardskirche), qui débutent par des bancs farcis d'*Ostrea giengensis* avec les charbons du Wirtachtobel, les bancs marins fossilifères de Hirschberg et les marnes rouges intercalées dans les conglomérats du sommet de la montagne sont de la molasse supérieure à l'Helvétien.

Ce Nagelfluh du Pfänder si nettement délimité envoie quelques bancs du même conglomérat dans la molasse thurgovienne au nord de Saint-Gall (Sitterbrücke, bancs rouges).

On le retrouve dans un synclinal chevauché par le Flysch au Schwarzenberg (Chapelle de Kehl à Haselstauden), surmontant des grès à molettes (Schleifsteine, Wetzsteine), exploités dans toute cette région, et alternant avec des plaquettes à *Cardium commune*, comme dans la molasse de Saint-Gall et dans le Muschelsandstein du Jura.

Le Nagelfluh subalpin est ainsi limité par une grande ligne de cassure ou de chevauchement au pied des Préalpes suisses, puisqu'il est miocène, et que la molasse oligocène est éliminée ou pincée sur une grande partie de cette ligne.

Séance du Jeudi 5 Septembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. M. LUGEON, PRÉSIDENT

La séance a lieu sous la véranda de l'Hôtel de la Dent-du-Midi, à Champéry.

M. Douxami, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. **Maurice Lugeon** rend compte des excursions des 3, 4 et 5 septembre.

Excursion du 3 Septembre.

Le tramway conduit la Société au pont de la Peraudettaz, à l'est de Lausanne. En ce point la Vuachère, l'un des nombreux ruisseaux tributaires du Léman, fait un coude brusque; sa direction N. S. devient E. O. Les cours des autres ruisseaux des environs immédiats de la ville, le Flon et la Mèbre, subissent un changement de direction analogue. Cet accident est dû à la rencontre des moraines latérales du glacier du Rhône, qui s'étendent transversalement à la direction générale de la ligne de plus grande pente du pays molassique.

La Société longe ensuite les pentes de la Molasse, couvertes de dépôts morainiques peu épais, et atteint un site qui domine le vallon de la Paudèze.

Elle aperçoit les couches de molasse à lignite (Aquitanien) plongeant vers les Alpes. C'est là que depuis longtemps on exploite les lits de houille célèbres par la flore et la faune que la Société a pu examiner au musée de Lausanne. Le ravin est monoclinal; les couches du versant droit plongeant vers le thalweg sont affouillées à leur base. Cet affouillement a donné lieu, notamment le 3 octobre 1888, à des glissements assez importants. La Société constate que les traces du dernier glissement sont encore très visibles malgré les cultures qui couvrent le terrain. De longitudinale la vallée devient transversale à Rochette, où se voit une belle coupe de l'Aquitanien : alternance de grès et de marnes avec quelques bancs de calcaires fétides remplis de Limnées et de Planorbes. Le banc supérieur de l'escarpement fournit en abondance *Helix Ramondi*. Sous ces bancs à lignite apparaît en concor-

dance une molasse rougeâtre, que Maillard avait considérée comme représentant la molasse rouge de Vevey.

Tout l'ensemble, incliné vers les Alpes, repose sur la rive droite, par l'intermédiaire d'une faille, sur des couches de molasse à Néritines. Sur cette rive droite, la concordance paraît complète. M. Lugeon fait remarquer que Maillard considérait cette molasse à Néritines (renfermant à sa partie inférieure des veines de gypse fibreux que la Société a pu examiner en amont du Pont de Belmont), comme supérieure à la molasse rougeâtre. Au lieu de voir là un bassin effondré, M. Lugeon considère la superposition de la molasse rougeâtre à la molasse à Néritines, comme une superposition anormale par chevauchement.

La Société constate la présence de Néritines. Une discussion s'engage sur l'âge relatif de ces molasses. M. Rollier considère la molasse rougeâtre comme supérieure à la molasse à Néritines; elle ne représenterait pas la molasse rouge de Vevey, mais un horizon plus élevé, tout à fait indépendant. Cette attribution paraissant préférable à celle de M. Lugeon, celui-ci s'y rallie sans difficulté. Il est en effet incontestable que cette molasse rougeâtre *bariolée* diffère de la molasse rouge de Vevey. Cette manière de voir simplifie du reste la tectonique de ces molasses (fig. 1).

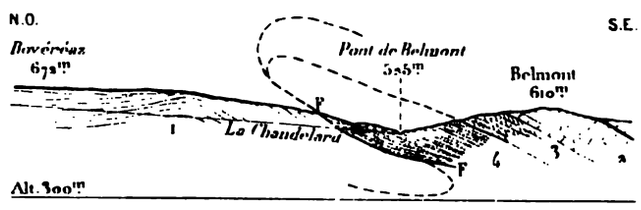


Fig. 1. — Coupe du contact de la région molassique horizontale avec la région de la molasse plissée. A gauche, territoires plans de la molasse horizontale; à droite, molasse plongeant contre les Alpes. — Echelle : 1/25.000.

1, Molasse burdigalienne ; 2, Molasse à lignite (Aquitanien) avec deux bancs de lignite ; 3, Molasse rougeâtre (bariolée) ; 4, Molasse à Néritines (Aquitanien) ; F, F, Plan de chevauchement.

Plus haut, la Société retrouve des bancs de molasse que M. Lugeon considère comme la continuation des couches à Néritines. Une trouvaille récente de M. Roessinger prouve qu'il s'agit indubitablement de couches aquitaniennes. Il a recueilli, sur la route entre le Rosiaz et le pont de fer de la Chandelard, des fragments de côtes d'*Anthracotherium*, dans des couches reposant

nettement sur la molasse burdigalienne fossilifère ; il y a là une superposition anormale incontestable : un chevauchement des molasses inférieures sur des couches plus récentes.

La Société examine le vallon si typique de la Chandelard et se rend ensuite sur les Daillettes, d'où elle peut voir la remarquable coupure, par le vallon, de ce que les auteurs suisses ont appelé l'axe anticlinal de la Molasse suisse. A gauche, au nord-ouest, on voit les couches qui plongent faiblement du côté du Jura, puis décrivent vers la droite de grands arcs de cercles superposés. M. Lugeon explique que cette différence d'allure des molasses, plissées et horizontales, introduit dans le paysage des deux régions molassiques de la Suisse des différences considérables. Sur la molasse horizontale règnent les paysages ouverts, les grandes plaines coupées par des cañons aux escarpements verticaux, séparés par les terrasses inclinées des bancs tendres. La topographie de la molasse inclinée offre par contre le caractère alpin avec ses vallons aux formes arrondies.

Après avoir contemplé ce dernier pli de la poussée alpine, la Société rentre à Lausanne.

Excursion du 4 Septembre.

En quittant Ouchy la Société longe en bateau à vapeur le rivage suisse du Léman. M. Lugeon explique la géologie de la côte ; malgré l'inclémence du temps, la Société peut constater les faits qui lui sont signalés.

La Société débarque à Meillerie. Elle se dirige vers l'ouest pour étudier l'une des coupes sur lesquelles A. Favre s'est appuyé dans la détermination des terrains liasique et triasique du Chablais. On longe d'abord les escarpements verticaux du Lias moyen. L'épaisseur si considérable de ces calcaires siliceux laisse penser à quelques-uns des géologues présents que des plis monoclinaux existent peut-être dans cet ensemble. M. Lugeon fait remarquer que l'on coupe les couches obliquement à leur direction, ce qui leur donne une épaisseur exagérée. Toutefois certaines couches plus tendres représentent peut-être un pli pincé du Lias supérieur.

Dans la carrière du Maupas les membres de la Société constatent la présence du Trias supérieur, formé par des couches de calcaire dolomitique alternant avec des marnes verdâtres. Les couches rhétiennes attirent particulièrement l'attention. *Terebratula gregaria* est récoltée en abondance avec quelques autres fossiles. Les couches hettangiennes sont malheureusement épuisées. On constate cependant la présence de *Pecten valoniensis*.

La Société revient vers le village de Meillerie qu'elle traverse et longe les grands éboulis des carrières à moellons du Lias moyen. Ce terme prend ici la place que devrait occuper le Dogger. En effet, sous ces couches liasiques incontestables, on trouve le Toarcien fossilifère s'appuyant sur le Lias moyen que la Société a étudié en allant au Maupas. Vers l'est ce même Lias supérieur repose sur le Lias moyen, et c'est ainsi au cœur du synclinal, en discordance mécanique sur le Lias supérieur vertical, que se développe le grand escarpement de Lias moyen exploité. Cette étrange disposition ne peut s'expliquer que par un pli couché ramenant le Lias moyen sur le Lias supérieur, phénomène accompagné d'un glissement sur la surface de ce dernier terrain.

Une série d'Ammonites a été récoltée dans ce Lias supérieur ; les espèces suivantes ont été reconnues : *Harpoceras fallaciosum* Bayle, *Lytoceras fimbriatum* Sow.

A Locum, la Société étudie les couches de calcaire à Entroques du Lias moyen. Quelques Ammonites et Bélemnites sont récoltées. Au centre de la carrière, un affleurement de Rhétien fournit un grand nombre de fossiles, en particulier de très belles plaquettes à *Avicula contorta*. Quelque cent mètres plus loin, la Société constate à nouveau la présence du Trias supérieur.

De Locum à Saint-Gingolph, on remarque les grands éboulis du pied du Pic de Blanchard, où l'on exploite des calcaires du Malm pour la fabrication de la chaux. Les calcaires en place des environs sont, en effet, trop chargés de silice pour cet usage.

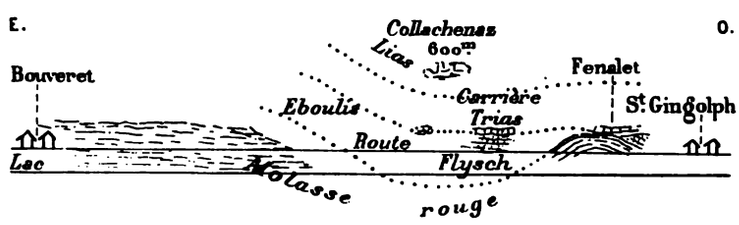


Fig. 2. — Position des affleurements entre Bouveret et Saint-Gingolph. Hauteurs très exagérées.

A la sortie de Saint-Gingolph, au Fenalet, au pied des grands escarpements des Préalpes médianes, la Société constate la présence de la molasse rouge. Plus loin, au dessus d'une carrière, la superposition des Cargneules sur le Flysch est nettement constatable. Le rapport entre la molasse et le Flysch, sous la forme de grès, n'est pas clairement établi.

Toutefois, lorsque l'on observe la côte, à une certaine distance, en bateau, connaissant la position exacte des affleurements, on peut reconstruire avec assez de sûreté la position réciproque des couches.

La molasse du Fenalet s'enfonce au sud-est au pied d'une pente assez prononcée, à l'extrémité de laquelle se trouve la carrière de Flysch. Cette disposition ne peut s'expliquer que par une disparition de la molasse sous ce Flysch. Ce dernier terrain serait localement étiré au Fenalet, où l'on rencontre les cargneules dans le voisinage immédiat de la molasse. Ainsi que le montre le croquis (fig. 2), il y aurait un synclinal très évasé entre Saint-Gingolph et le Bouveret.

MM. Douvillé, Douxami et Lugeon sont d'accord pour voir dans les grès du Fenalet une forme du Flysch supérieur. La molasse rouge est étudiée près du Bouveret où elle est coupée par la route et exploitée en carrière.

M. Lugeon explique que cette molasse rouge est située à environ 10 kilomètres à l'intérieur des Préalpes, car en avant du Bouveret plusieurs plis des Préalpes médianes sont absents ainsi que toute la zone bordière [1].

M. **Douvillé** fait remarquer que les couches rouges schisteuses alternent au Fenalet avec des bancs de grès verdâtre, qui pour lui se rattachent nettement au Flysch. Il faudrait donc considérer la molasse rouge de Saint-Gingolph simplement comme la partie supérieure du Flysch. Cette formation serait ainsi toute différente des couches des environs de Lausanne vues par la Société dans la course du 3 septembre dans le vallon de la Paudèze, course dans laquelle cette opinion avait déjà été émise par M. Rollier.

Au Fenalet, il n'y a pas de trace de la moindre discordance entre le Flysch et la Molasse rouge.

MM. **Douvillé** et **Douxami** sont d'avis, pour éviter toute confusion et bien marquer la place qu'occupe réellement la formation connue sous le nom de Molasse rouge du val d'Illiez, de se servir plutôt du terme de *Flysch rouge* ou *Flysch bariolé*, qui a déjà été proposé par quelques auteurs.

Du Bouveret à Monthey l'excursion se poursuit en voiture.

Aux Evouettes, M. Lugeon esquisse les grands traits de la géologie du Grammont.

1. LUGEON. La région de la Brèche du Chablais, p. 264.

Les pentes qui regardent du côté du lac sont formées du haut en bas par les couches suivantes, en suivant l'arête qui descend vers Saint-Gingolph :

1. Lias à Entroques au sommet du Grammont avec une intercalation schisteuse à Bivalves.	ANTICLINAL
2. Calcaire dolomitique du Trias.	
. . . . .	PLI-FAILLE
3. Malm.	SYNCLINAL
4. Crétacique supérieur.	
5. Malm.	
6. Dogger.	
7. Lias supérieur.	
8. Lias inférieur.	ANTICLINAL
9. Trias à la Fritaz.	
10. Lias inférieur.	
11. Lias supérieur.	SYNCLINAL
12. Lias inférieur.	ANTICLINAL
13. Moraine recouvrant le Rhétien et le Trias, supportés par la molasse rouge.	

Le Rhétien a été en effet découvert par M. Lugeon, au Prolet, à l'ouest de Saint-Gingolph.

La coupe du Grammont montre ainsi des plis superposés dont le plus supérieur présente un laminage complet entre le Trias et le Malm. De petits lambeaux du Lias, qui manquent dans la coupe ci-dessus, se voient, reposant directement sur le Malm, à la Croix-d'Allex, sommet à l'est du Grammont.

La vallée des Evouettes est taillée dans l'anticlinal du sommet du Grammont; le pli s'abaisse considérablement vers la vallée du Rhône. C'est là un phénomène qui est très caractéristique de tous les premiers plis des Préalpes dans cette vallée. M. Lugeon a déjà attiré l'attention sur cette remarquable ondulation des plis [1].

Les anticlinaux se sont tous transformés en vallées, tandis que les synclinaux ont en général formé les crêtes.

A Vouvry, la Société pénètre dans la deuxième grande vallée anticlinale, rompue jusqu'au Trias, qui affleure dans le versant gauche au nord de Vouvry accompagné par le Rhétien exploité en carrière. L'anticlinal de Vouvry est très déjeté dans les environs de Miex, où le Dogger, par écrasement du Malm, est presque en

1. LUGEON. Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Annales de Géographie*, Juill. et Nov. 1901.

contact avec le Crétacé du synclinal. Ce dernier est écrasé à un tel point qu'il forme presque un noyau d'étranglement.

Le bas de la vallée de Vouvry présente deux cônes de déjection emboîtés l'un dans l'autre. Le plus ancien possède une pente plus forte que celle du cône actuel. Comme on sait que la génératrice des cônes est d'autant plus tangente à l'horizontale que le cours d'eau est plus important, il semblerait qu'à un moment donné, après la dernière glaciation, le torrent de la vallée de Vouvry ait été moins volumineux que de nos jours.

Le long de la route on a pu contempler le rôle topographique des calcaires du Malm qui forment de remarquables escarpements.

A Pierre-à-Perret, M. Lugeon explique les dislocations si curieuses que présentent ce synclinal de Flysch et le pli-faille de la Tornettaz. L'étranglement considérable du flanc normal du synclinal attire l'attention. On constate en effet, dans la partie visible la plus profonde du pli, un amincissement considérable du Jurassique supérieur. A sa partie supérieure le pli est régulier. C'est un fait à peu près constant dans les Préalpes que les accidents stratigraphiques sont développés au maximum dans les parties profondes des plis, tandis qu'une régularité remarquable règne dans les parties élevées.

Près de Muraz la Société profite d'une accalmie qui disperse le brouillard pour examiner une des plus belles coupes naturelles des Préalpes. Sous les grandes masses triasiques de Tréveneusaz, on voit apparaître avec une allure très régulière une épaisseur énorme de molasse rouge, prolongement de celle que l'on avait vue au Bouveret s'enfoncer sous la nappe de charriage. En outre, les plis autochtones de Collombey et de Muraz sortent du Flysch, lui-même recouvert par la molasse. On constate donc en ce point un des faits les plus importants pour la théorie du charriage : la disparition, sous les Préalpes sans racines, des plis à faciès helvétique.

Excursion du 5 Septembre.

La matinée est consacrée à l'étude des plis autochtones à peine entrevus la veille.

Sur le pli de Collombey la Société longe la moraine de Monthey, formée uniquement par des blocs de granite du massif du Trient, débris probables d'une aiguille du massif du Mont-Blanc écroulée sur les glaciers quaternaires.

C'est tout d'abord la fameuse Pierre-à-Dzo, dédiée à de Char-

pentier, puis les énormes blocs que l'on exploite un peu partout. Par un heureux hasard la Société peut examiner un reste encore vierge de la moraine : d'énormes blocs moussus, entassés les uns sur les autres, dans une superbe forêt de châtaigniers.

Après avoir rencontré, près de Muraz, l'Urgonien et l'Hauterivien à Entroques, et de nouveau la réapparition de la molasse rouge, la Société rentre à Monthey.

Dans l'après-midi course en voitures à Champéry. L'exemple remarquable de *surcreusement* que présente l'entrée de la vallée, avec une terrasse qui se poursuit jusque près de Troistorrents, attire l'attention. La Société examine avec intérêt, près du Pas, les couches inférieures de la molasse rouge.

A l'arrivée à Champéry une éclaircie permet enfin d'apprécier la grande arête de la Dent du Midi, dont M. Lugeon explique la tectonique.

M. **H. Douvillé** a été frappé par l'identité de la molasse rouge du Bouveret avec celle observée par la Société près de Monthey et dans le Val d'Illiez et admet parfaitement l'hypothèse de M. Lugeon, que ces deux molasses rouges se raccordent par dessous les plis des Préalpes.

A la suite de cet exposé M. **Haug** fait ressortir les analogies de faciès tout à fait frappantes que présentent non seulement le Rhétien mais encore le Lias tout entier et le Dogger avec les couches synchroniques des environs de Digne et avec celles des lambeaux de recouvrement de l'Ubaye. L'identité, dans les trois régions, des calcaires massifs avec silex du Lias moyen est particulièrement remarquable.

En ce qui concerne la molasse rouge, la ressemblance de celle du Bouveret et du val d'Illiez avec celle des Basses-Alpes est non moins grande. M. Haug concède l'identité parfaite des deux molasses sur lesquelles s'appuient respectivement le bord externe et le bord interne des Préalpes, mais il n'admet pas que de leur identité résulte nécessairement leur continuité souterraine *par dessous* les Préalpes. La continuité peut avoir existé *par dessus* cette zone, l'érosion ayant détruit la partie intermédiaire. D'ailleurs, la distance actuelle des deux affleurements est de près de 15 km., de sorte que, dans l'hypothèse de l'éventail composé des Préalpes, l'étranglement de la zone prétendue exotique n'a rien d'excessif.

M. **Douxami** rappelle qu'il s'est déjà élevé dans l'un de ses travaux contre l'emploi du terme de molasse rouge. Il n'y a

aucune comparaison possible ni comme âge, ni comme faciès, entre la molasse rouge du Bouveret et les couches bariolées que la Société a étudiées aux environs de Lausanne, pas plus qu'avec celles du pied du Jura ou de la région de Bellegarde et de Chambéry. Il y a par contre identité entre les couches rouges de Vevey sur la rive droite du Léman et entre celles du Bouveret et du val d'Illiez. Ces couches sont d'ailleurs, à Saint-Gingolph comme dans le val d'Illiez, de la façon la plus nette la partie supérieure du Flysch : il est impossible de mettre une limite exacte entre les deux formations.

Il signale, sans que le fait puisse être invoqué en faveur de l'une ou l'autre des deux hypothèses dont vient de parler M. Haug, l'existence dans le Flysch du val d'Illiez, sous la Valerette et sous les Portes-du-Soleil, près des châlets du Crosey, de bancs de poudingue polygénique, rappelant tout à fait ceux des Voirons en avant des Préalpes.

M. **Steinmann** considère la molasse rouge du Bouveret et de la vallée d'Illiez comme la partie la plus élevée du Flysch et en formant seulement un faciès de couleur différente, comme il y a des couches de couleur semblable à la base du Flysch. Peut-être est-elle l'équivalent du Ralligsandstein des bords du lac de Thoune. Il serait évidemment à désirer qu'on la distinguât des sédiments de couleur rouge qui se trouvent dans la vraie molasse, peut-être à des niveaux différents, mais qui ne sont pas liés avec le Flysch normal comme la *Molasse rouge* du Chablais.

On a attribué à cette formation un rôle important pour prouver que les Préalpes médianes forment une nappe sans racine en profondeur. Mais il est bien possible que la molasse ait existé partout, ou du moins sur une grande partie de la région chablaisienne, et qu'elle ait été enlevée pour la plus grande partie. A cet égard, l'analogie avec les couches dites *Wangschichten*, qui appartiennent à la Craie supérieure, probablement au Sénonien, et qui ont été dénudées pour la plus grande partie avant le dépôt des couches à Nummulites de l'Eocène moyen, est évidente.

M. Steinmann attire l'attention de la Société sur le fait, mis en évidence par les coupes de M. Lugeon, que les plis que l'on a vus hier entre le Bouveret et Vionnaz, le long de la vallée du Rhône, sont formés par des plis-failles, tandis que dans le profil parallèle de la vallée, mais un peu plus à l'intérieur, on voit les mêmes plis presque normaux et seulement un peu déjetés à l'ouest. Il paraît bien que cette différence n'est que le résultat de l'inflexion générale

des chaînes vers la vallée du Rhône, parce que le changement de la tectonique s'accomplit dans le même niveau des plis. En tout cas cette disposition régulière des plis et des plis-failles ne ressemble point du tout à la structure irrégulière et anormale des nappes charriées, si bien connues, de la Basse-Provence et des Klippes de la Suisse du Nord entre le lac de Thoune et la vallée du Rhin ; elle se rattache plutôt au plissement normal, qui caractérise les chaînes enracinées du Jura suisse.

M. **Lugeon** répond à M. Steinmann à propos de l'observation qu'il vient de faire. Si les coupes montrent en effet que les plis sont plus étirés en profondeur, c'est là, pour lui, le simple résultat de l'étirement plus grand qui doit se produire dans les nappes près de leur plan de charriage ; dans les parties hautes, les masses sont plus tranquilles. Les règles trouvées en Provence par M. Marcel Bertrand, règles que vient aussi d'évoquer M. Steinmann contre l'hypothèse du charriage des Préalpes, ne sont pas nécessairement applicables dans des masses aussi puissantes et uniformes que celles du Chablais. Les différents terrains des Préalpes forment des unités extrêmement épaisses ; la disparition d'une couche peut être beaucoup moins visible qu'en Provence. Sous ce rapport, les zones indépendantes qui constituent les Préalpes présentent de très grandes variations. Dans la zone interne, qui forme le contact des Préalpes et des Hautes-Alpes, les *lacunes tectoniques* sont peut-être plus exagérées encore que dans les montagnes charriées du Sud de la France. Dans cette zone interne, il n'y a pour ainsi dire aucun contact normal. Dans les Préalpes médianes les écrasements sont particulièrement plus sensibles dans les parties basses des plis que dans les parties supérieures de ceux-ci, c'est-à-dire près de la charnière. Enfin, la région la plus supérieure, celle de la Brèche, présente des étirements et des dispositions très peu marquées. Ainsi la stratigraphie spéciale que l'on constate dans les nappes de la Provence est, dans le Chablais, exagérée en ce qui concerne les parties profondes ; dans les masses supérieures, ces dispositions particulières se révèlent en partie, mais semblent toutefois absentes dans les régions les plus superficielles.

Séance du Samedi 7 Septembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. M. LUGEON, PRÉSIDENT

La séance a lieu dans la salle à manger de l'Hôtel de l'Europe, à Thonon.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. **Maurice Lugeon** rend compte des excursions des 6 et 7 septembre.

Excursion du 6 Septembre.

En partant de Champéry, la Société suit le chemin du col de Coux. Elle atteint bientôt les grès du Flysch, au milieu desquels on voit poindre sous Ayerne un affleurement de Crétacique supérieur. C'est le bas d'une lame très continue de ce terrain, incluse entièrement dans le Flysch et se pinçant complètement en profondeur; en effet, à environ 150 mètres plus bas, dans le thalweg de la Vièze, on constate la présence du Néocomien du pli autochtone de Champéry.

A Antevenaz, on entre dans les accidents jurassiques des klippes. Ce sont tout d'abord des fragments de calcaires du Malm reposant sur le Flysch ; malgré la pluie, la Société peut apercevoir les contournements de la klippe de Savonnaz. M. Lugeon explique comment il avait été amené à considérer certaines couches de schistes gréseux comme Lias supérieur (carte au 1/50.000) alors qu'elles appartiennent en réalité au Flysch, selon sa première opinion (carte au 1/80.000). Dans ses premières recherches, il cherchait à voir des plis dans ces masses si étranges.

Aujourd'hui, il est reconnu, comme il a été dit par M. Lugeon à la séance d'ouverture, que ce sont des lames plus ou moins indépendantes de terrains mésozoïques enfoncés dans le Flysch et contournées sur elles-mêmes. Il est inutile de rechercher des traces de plis étirés, d'anticlinaux et de synclinaux écrasés. Il n'y a pour ainsi dire plus de lignes directrices, car à chaque instant ces bandes mésozoïques s'écrasent totalement et disparaissent de la surface du sol.

La montagne de Culet est formée par des lames à peu près

planes empilées dans du Flysch et plongeant vers l'ouest et le sud-ouest. Les montagnes de Savonnaz et de Ripaille sont formées au contraire par des lames contournées sur elles-mêmes. La notion du sens de déjettement du pli n'est plus applicable. Cette tectonique extraordinaire est celle de toute la zone interne des Préalpes. Les écailles qui la constituent s'amincissent toutes en profondeur.

A la Barmettaz, la Société rencontre une de ces lames. C'est un affleurement de Malm pénétrant dans le Flysch.

Malgré la persistance du mauvais temps, la plupart des excursionnistes se dirigent vers le sommet de Culet. Sur le Flysch qui recouvre la bande de terrain secondaire du soubassement de Culet on constate l'existence de la lame indépendante de Crétacique supérieur du sommet. Chemin faisant, un fait nouveau montre quelle est l'étrangeté de ces dislocations. Au milieu du Flysch, MM. de Lapparent, Steinmann, Lugeon et quelques autres membres découvrent une lentille, de deux mètres d'épaisseur, de Crétacique supérieur. C'est un fragment étiré de la lame indépendante de Crétacique. Ces multiples lames plongées dans le Flysch et qui, en s'empilant les unes sur les autres, ont formé les klippes du Val d'Illiez, s'étirent toutes en profondeur. La démonstration absolue en est faite sur place. Du sommet de Culet, sous le cirque glaciaire de Marcheulin, M. Lugeon montre la paroi isolée de Malm de Au-Vent. Elle est séparée de son prolongement dans la paroi orientale de Culet par un étranglement total. Or, en allant vers Champalin, on constate non seulement la disparition de cette paroi jurassique de Au-Vent, mais, en outre, on en trouve des fragments complètement isolés dans le Flysch, ainsi que des débris de cargneule du Trias. Considérées en grand, ces lames étirées et étranglées de Culet constituent donc une sorte de brèche de dislocation, aux éléments géants, dont la pâte est formée par le Flysch.

De Champalin, la Société longe les grands escarpements du massif de la Brèche, au pied du gradin triasique. A la Porte-du-Soleil l'aspect caractéristique du massif se montre amplement avec la faille si nette de la Tête-du-Géant [1]. La Société se trouve ici à côté de l'écaille indépendante du Lias à Gryphées de la Pointe-de-l'Haut, appartenant encore à la zone interne des Préalpes. Quelques-uns des membres trouvent des traces de Gryphées récoltées déjà par M. Lugeon.

Les excursionnistes se dirigent vers la Tovassière. C'est là que se trouvent les débris très étirés des Préalpes médianes, dont la

1. LUGEON. La région de la Brèche du Chablais, fig. 22.

présence en cet endroit acquiert une importance considérable, car elle démontre l'absence de racine du massif de la Brèche. M. Lugeon insiste particulièrement sur ces débris extrêmement laminés. Ils représentent, en effet, la réapparition, sur le versant sud du massif de la Brèche, des Préalpes médianes, que l'on voit au nord s'enfoncer sous ce massif. Il est curieux de constater que les Préalpes médianes, dont les terrains ont une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, lorsqu'ils sont développés normalement dans les plis réguliers du Chablais, sont ici réduites à deux ou trois mètres de puissance. Ailleurs, dans l'ouest, les Préalpes médianes sont même entièrement laminées; il en existe encore des fragments à l'état de lentilles de Crétacique supérieur au col de la Golèze et au-dessus de Samoëns.

On rejoint ensuite la croupe de Flysch de Champey.

Un peu plus loin, au point 1904 (La Chaux), on traverse un grand lambeau de recouvrement, appartenant au système de la Brèche. Ce lambeau est en continuité avec le Houiller de la Foilleusaz dont l'affleurement est beaucoup plus considérable qu'il n'est indiqué sur la carte au 1/50.000. Les grès grossiers supposés permiens se rattachent très probablement au Trias. Enfin, en descendant sur Morgins, la Société traverse le Flysch, substratum de ces lambeaux de recouvrement.

Excursion du 7 Septembre.

La Société se dirige vers le Pas-de-Morgins. Elle longe l'étang de Morgins, placé dans une vallée dont la formation est due à la capture du torrent de Morgins par la Vièze de Champéry. Elle remarque successivement l'écaille indépendante du Lias à Gryphées, puis l'écaille avec couches renversées des Préalpes médianes, sur laquelle repose directement l'escarpement du massif de la Brèche. C'est donc une coupe semblable à celle que l'on a vue la veille à la Pointe-de-l'Haut. Dans ce parcours de cinq cents mètres on rencontre trois systèmes tectoniques absolument indépendants se superposant : Zone interne, Préalpes médianes et région de la Brèche.

Du Pas-de-Morgins on monte vers Tréveneusaz en suivant le pied du massif de la Brèche. De place en place la Société constate les traces des Préalpes médianes sous la forme d'affleurements de Crétacique supérieur.

Au col de Derrière-des-Portes, qui domine la vallée de Draversaz, une coupe très intéressante est relevée. Elle montre la pénétration

vers l'ouest des Préalpes médianes sous la région de la Brèche par l'intermédiaire d'une écaille indépendante. De l'ouest à l'est on remarque de haut en bas la succession de couches suivantes :

Calcaire liasique du massif de la Brèche ;
Flysch ;
« Opalinien » à Posidonomyes ;
Flysch ;
Crétacique supérieur ;
Malm.

Les trois derniers terrains s'élèvent sur l'arête de Tréveneusaz (Bellevue 2045 m.), dont le sommet est formé par le Malm.

Au sommet de Tréveneusaz, on domine un cirque, d'origine glaciaire, avec un fond plat et de petites moraines.

En descendant sur Draversaz, la Société atteint de nouveau la base du massif de la Brèche avec des gypses très développés. Un intérêt particulier s'attachait au parcours du vallon de Draversaz. Dans son mémoire sur le Chablais, M. M. Lugeon avait décrit des plis dirigés vers la vallée du Rhône, c'est-à-dire que, influencé encore par la théorie transitoire du pli de la Brèche à déversement périphérique, il avait interprété ainsi une coupe naturelle, sans charnière, que présente le soubassement de la montagne d'Onnaz (voir, Lugeon : *Région de la Brèche du Chablais*, p. 158). En réalité il s'agit d'une écaille allongée que la coupe naturelle montre suivant une coupe parallèle à la direction de poussée qui s'est faite vers le nord et non vers l'est. A Draversaz, on remarque dans l'escarpement l'écaille en question. Vers les chalets de Draversaz, M. Lugeon signale l'existence d'une couche spéciale accompagnant le Crétacique. C'est un calcaire rouge spathique dans lequel on récolte de nombreuses petites dents de Poissons. Pour M. Lugeon, on est en présence d'une couche particulière du Crétacique supérieur, dont il existe un deuxième affleurement dans les Préalpes bernoises à la Luglenalp, au sud du Niederhorn (massif des Spielgaerten).

M. Steinmann est plutôt porté à en faire un niveau inférieur, peut-être du Néocomien.

De Draversaz aux Places, les excursionnistes continuent à longer le pied du grand escarpement du massif de la Brèche et descendent ensuite sur Vionnaz, le long du grand synclinal de Flysch qui précède vers le nord le pli-faille de Tréveneusaz. Ce massif isolé, ainsi qu'on peut s'en rendre compte dans cette descente, ne peut non plus former un pli dirigé vers la vallée du Rhône. Le front du

pli-faille est bien parallèle aux autres plis, c'est-à-dire est-ouest. Le massif de Tréveneusaz est donc ainsi une vaste voûte se terminant en avant par un pli-faille et se différenciant des anticlinaux pli-faillés des Préalpes uniquement par un plus grand rayon de courbure. Et c'est dans l'axe de cette voûte, dont le tablier est formé par des terrains des Préalpes médianes, que se voient la molasse rouge et les deux plis à faciès helvétiques (plis autochtones de Collombey et de Muraz étudiés les 4 et 5 septembre).

En résumé, la Société a pu constater, dans ces deux journées, la régularité de la pénétration des Préalpes médianes sous le massif de la Brèche, et en outre, comme faits nouveaux, elle a pu se convaincre que la klippe de Culet devait être interprétée comme une série de lames se perdant dans le Flysch, et que l'on ne pouvait plus voir dans Tréveneusaz des plis dirigés vers la vallée du Rhône.

De Vionnaz, la Société se rend à Vouvry et ensuite à Thonon par le chemin de fer.

M. **W. Kilian** exprime ses regrets de ne pouvoir, par suite de circonstances indépendantes de sa volonté, suivre entièrement les excursions de la Réunion extraordinaire. Il ajoute qu'il les a en grande partie faites en 1893, sous la direction de MM. Lugeon et Renevier, avec les membres de la Société géologique suisse. Aujourd'hui il tient particulièrement à rendre hommage à la grande activité et aux travaux si remarquables de M. Lugeon.

En 1893, l'hypothèse préconisée par M. Lugeon pour expliquer la structure des Préalpes était la théorie du pli « *en champignon* ». Peu de temps après, notre confrère a exposé avec beaucoup de clarté et discuté avec une grande loyauté, dans son admirable thèse, les diverses hypothèses relatives à la question des Klippes et des Préalpes. Sans prendre parti d'une façon absolue, il proclama cependant ouvertement alors sa préférence pour la théorie du « *charriage* » proposée par M. Schardt.

Depuis lors, la découverte — que nous devons également à la sagacité de M. Lugeon — des « racines » de la zone interne des Préalpes dans la haute vallée du Rhône, a introduit un élément nouveau dans le problème en *écartant définitivement* l'hypothèse d'une origine lointaine et même transalpine, en rendant désormais oiseuse l'intervention d'un phénomène spécial, distinct du mécanisme normal des plissements alpins, et en montrant nettement que c'est dans le *voisinage même* des Préalpes qu'il convient de chercher leur origine.

M. Kilian établit ensuite une comparaison entre la région des

Préalpes et celle du massif de Prorel dans le Briançonnais si magistralement étudiée par M. Termier, avec ses annexes explorées par M. Lugeon et par lui-même.

Là aussi, la première hypothèse (émise par M. Termier) fut celle d'une série de *nappes de charriage* d'origine « exotique » étalées *avant le plissement principal* de la région ; mais les *faits* vinrent bientôt montrer qu'il s'agissait simplement de *plis étirés* couchés et superposés, puis reployés par un mouvement postérieur d'importance secondaire ; des fragments étendus des flancs inverses de ces plis existent et la « racine » incontestable de plusieurs des « écailles » de M. Termier a été découverte près de Montdauphin (Kilian et Haug) ainsi qu'à l'est de la Durance (Kilian). (Voir Bull. Serv. Carte géol. de France, n° 75, 1900).

Le phénomène des Préalpes, comme celui du Briançonnais, n'est dès lors qu'un cas excessif du *processus* de striction (plissement) qui a donné naissance à la chaîne alpine ; des groupes entiers de plis ont été refoulés sur les plis limitrophes, mais *sans qu'il se soit produit*, semble-t-il, entre la « racine » et la portion couchée et étirée (« charriée ») d'*autre rupture ou discontinuité que celles qu'a créées l'érosion* postérieure à toutes dislocations.

M. Kilian croit qu'il importe beaucoup de distinguer ce mécanisme, soit du glissement grandiose qu'avait imaginé M. Schardt pour expliquer à la fois la formation des Préalpes, leur origine exotique, la provenance de cailloux transalpins dans les brèches du Flysch et l'origine de certains lacs suisses, soit de la production des « *grands charriages* » *sans flanc inverse*, s'étant produits avant le plissement principal de la chaîne sur des centaines de kilomètres d'étendue, tels qu'il ont été, à maintes reprises, invoqués pendant ces derniers temps ou cités par MM. M. Bertrand, pour la Provence et le bassin du Gard, Termier, pour le Briançonnais, Rothpletz, pour les Alpes de Glaris et le Rhaeticon. Les Préalpes, pas plus que le Briançonnais, ne peuvent désormais être considérées comme des exemples de cette nature spéciale de dislocations.

Il est nécessaire de dissiper l'équivoque que le terme de « charriage » peut faire naître ou entretient à cet égard.

Tout en démontrant le peu de probabilité de l'existence d'un éventail préalpin autochtone et homogène, il semble que la découverte des « racines » des Préalpes condamne la solution du *charriage lointain* préconisée par M. Schardt et à laquelle s'était rattaché en dernier lieu M. Lugeon. L'ensemble des Préalpes devrait sa structure à un mécanisme comparable à celui qui, sous une forme notablement moins compliquée, a donné naissance au

massif de la Brèche, dans lequel bien peu de personnes songeraient encore, après les belles recherches de M. Lugeon, à voir autre chose qu'un vaste *pli couché*.

M. **Haug** rappelle que l'hypothèse du recouvrement de l'ensemble des Préalpes a été émise dès 1884 par M. Marcel Bertrand. Grâce aux efforts juxtaposés de M. Hans Schardt et de M. Lugeon elle a pris corps dans ces dernières années, mais, malgré les remarquables travaux dont les Préalpes ont été l'objet, le charriage de cette zone étrange a conservé son caractère hypothétique. Personnellement, tout en n'étant nullement un adversaire des grands recouvrements et des charriages lointains, M. Haug a été amené à discuter à plusieurs reprises [1] les arguments au moyen desquels M. Schardt et M. Lugeon ont cherché à démontrer l'origine « exotique » des Préalpes.

Ces arguments sont de deux sortes, stratigraphiques et tectoniques.

Les arguments stratigraphiques peuvent être aisément réduits à leur juste valeur; d'ailleurs une découverte récente de M. Lugeon, sur le versant sud des Wildstrubel, vient apporter un puissant appui aux objections de M. Haug. En effet, si dans ce massif, qui appartient incontestablement aux Hautes-Chaînes calcaires, le Néocomien prend « un faciès uniforme schisteux, qui s'étend à l'Urgonien », le contraste entre le « faciès vindélicien » et le « faciès helvétique » disparaît et toute la démonstration stratigraphique de M. Schardt s'effondre.

M. Haug n'attache pas plus de valeur aux arguments tectoniques, car toutes les coupes des Préalpes *publiées jusqu'à ce jour* peuvent sans difficulté s'expliquer par l'hypothèse d'un éventail composé imbriqué. Les coupes données par M. Schardt dans le Livret-Guide — dont les coupes plus récentes du même auteur ne diffèrent d'ailleurs que par des additions tout-à-fait hypothétiques — sont, en particulier, parfaitement conciliables avec cette conception. M. Haug n'a nullement contesté la réalité des faits observés dans les Préalpes par ses prédécesseurs — quoique M. Schardt cherche à insinuer le contraire —, il s'est même basé sur ces faits pour édifier son hypothèse de l'éventail composé imbriqué, dont la possibilité mécanique est démontrée par les expériences de M. Bailey Willis.

Cependant il est juste de remarquer que plusieurs des faits sur

1. V. en particulier : Emile Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.*, vol. XXXV, n° 132, 1899.

lesquels M. Haug s'était appuyé pour conclure à un déversement bilatéral des plis des Préalpes ont été depuis reconnus inexacts. Ainsi, pour ne parler que des régions visitées les jours précédents par la Société, les plis à concavité tournée vers l'intérieur des Préalpes, que M. Lugeon avait cru voir dans les pointements jurassiques des environs de Champéry, n'existeraient pas. Il est donc prudent de réserver toute interprétation de ces masses étranges et en particulier celle de la « lame » de Culet pour le moment où M. Lugeon en aura publié une étude définitive, basée sur de nouveaux levés géologiques.

Tout récemment, M. Lugeon a invoqué un fait nouveau d'une grande importance comme argument décisif en faveur du recouvrement de l'ensemble des Préalpes. Il s'agit de la découverte de la « racine » d'une des zones constituant les Préalpes. Cette racine est située en pleine région des Hautes-Chaînes calcaires, nous voilà donc bien loin de l'origine transalpine des Préalpes ! M. Haug pense d'ailleurs qu'il serait prématuré d'étendre dès à présent à l'ensemble des Préalpes une conclusion qui ne s'impose encore que pour l'unique zone interne. Il regrette que la Société géologique, conviée à discuter l'hypothèse du charriage des Préalpes, se trouve en présence d'un problème dont la solution est maintenant cherchée dans une autre région, dans le massif des Wildstrubel, région dont aucune coupe n'a encore été publiée et dont l'étude est loin d'être achevée. Dans tous les cas, il semble bien que les faits observés au cours de la réunion ne peuvent être invoqués comme absolument décisifs soit pour soit contre l'une des deux hypothèses en présence.

Si des découvertes nouvelles venaient établir l'existence d'autres racines dans les chaînes intérieures des Alpes, M. Haug n'hésiterait pas à se rallier aux conclusions de M. Lugeon, mais il pense qu'en tout état de cause, c'est aux partisans du charriage qu'incombe la charge de fournir les preuves en faveur de leur hypothèse et que, en aucun cas, ce n'est aux géologues qui envisagent les Préalpes comme en place que revient l'obligation de démontrer la non-existence du recouvrement. Il est certaines hypothèses qui par leur essence même sont irréfutables.

En ce qui concerne la nappe supérieure des Préalpes, la Brèche du Chablais, M. Haug s'est entièrement rallié depuis longtemps à l'interprétation de M. Lugeon, ses regrets n'en sont pas moins grands de ne pouvoir prendre part aux trois dernières journées de la réunion, dans lesquelles la Société étudiera plus particulièrement le massif de la Brèche.

Il aurait surtout désiré revoir la charnière frontale de ce massif.

Les membres de la Réunion y verront certainement un argument puissant en faveur du recouvrement de la Brèche et ils se demanderont quelle conséquence il convient de tirer de l'assertion suivante de M. Schardt : « La présence d'une charnière anticlinale dans l'une ou l'autre des couches de la zone bordière m'aurait apparu bien plutôt comme un argument contre le charriage lointain ». En bonne logique, M. Schardt devrait donc nier que la Brèche soit charriée et la considérer comme en place, alors que son substratum serait charrié !

M. **Lugeon** répond à M. Haug en maintenant complètement son interprétation relative à la lame de Crétacique de Culet. Si certains faits peuvent être interprétés autrement, par suite de ses nouvelles découvertes, il maintient absolument le fait que la lame se termine en profondeur.

Quant à la Géologie expérimentale sur laquelle on s'est appuyé, il rappelle les expériences, la plupart du temps très malheureuses, de cette science de cabinet.

M. **Schmidt** pense qu'il faut insister sur ce fait que le problème des Klippes et des Préalpes dites exotiques ne commence que là où la direction générale des Alpes change du S.-N. au S.O.-N.E., là où la Molasse de la Suisse se rétrécit entre le Jura et les Alpes. En admettant que les grandes masses des Alpes du Chablais et des Préalpes romandes suisses soient des lambeaux de recouvrement venus de l'intérieur de la chaîne alpine, on éprouve le besoin de chercher ces mêmes sédiments qui forment les lambeaux, en place dans l'intérieur des Alpes. Or il est bien vrai que, dans la zone du Briançonnais, en France et en Italie, la série des sédiments, assez complète, a le même caractère méditerranéen qui est particulier aux nappes exotiques.

En suivant la zone du Briançonnais vers le N. E. dans les Alpes suisses, on voit de plus en plus se développer le faciès si uniforme des schistes lustrés. Dans les Alpes du Valais il y a encore la Brèche du Télégraphe que l'on peut suivre depuis le col Ferret jusqu'au delà de la vallée de Bagne, ainsi que le « Pontiskalk », qui correspond probablement à un niveau du Trias alpin. On trouve en effet, dans les régions exotiques, ces deux formations bien développées, tandis qu'elles manquent dans les Hautes-Alpes calcaires. Quant aux autres sédiments des Préalpes exotiques, ils ne présentent certainement aucune analogie avec les sédiments situés au sud du Rhône et du Rhin, tandis qu'on voit, sur beaucoup de points, les schistes lustrés se développer graduellement comme

faciès des couches jurassiques des Hautes-Alpes. La structure et la composition des Alpes centrales est, du reste, simple et assez bien connue pour que l'on doive rejeter absolument la supposition que les formations des Préalpes exotiques ont existé jamais au-dessus des gneiss des Alpes centrales, c'est-à-dire qu'elles viennent de la zone briançonnaise de la Suisse.

M. **Lugeon** se déclare enchanté des remarques de M. Schmidt. Celui-ci a observé que les seuls terrains conservés dans les montagnes valaisanes, au sud du Rhône, sont semblables à ceux d'une partie du Chablais. Mais le Malm et le Crétacique n'ont pas été conservés dans les Hautes-Alpes; on ne peut en conclure qu'ils ne s'y trouvaient pas. Ainsi l'Urgonien des Hautes-Alpes passe au sud à un faciès vaseux, de sorte que le Néocomien à Céphalopodes trouve son origine dans un grand géosynclinal qui devait régner sur l'emplacement des Alpes valaisanes.

M. **Steinmann** expose les difficultés auxquelles se heurte la théorie du charriage. Pour lui les Préalpes médianes — au moins — sont enracinées et forment des chaînes plus ou moins régulières. Leurs bords internes et latéraux sont seuls déjetés au-dessus du Flysch des Hautes-Alpes calcaires et se relient seuls aux klippes de la Suisse du Nord, à structure compliquée et imbriquée.

Il demande à M. Lugeon s'il y a identité complète entre les faciès au-delà des Wildstrubel et ceux des Préalpes et si en particulier les couches si caractéristiques des Préalpes, comme celles du Trias moyen à Diplopores, et les couches rouges y ont été rencontrées.

M. **Lugeon** répond à M. Steinmann que tous les terrains que l'on retrouve dans la zone interne des Préalpes en regard des racines qui ont été découvertes sont les mêmes *sans exception*. Ainsi l'Oxfordien à *Phylloceras tortisulcatum*, le Rhétien, le Trias sont les mêmes : il n'y a donc pas de doute à avoir à ce sujet. La racine d'une des zones des Préalpes a été trouvée sous la forme d'un pli simple, élémentaire et peu éloigné. Puisque la masse de la Brèche du Chablais est en recouvrement indiscutable, et que la zone interne des Préalpes médianes n'est formée que par des plis dont on trouve la racine, comment alors concevoir l'ensemble des Préalpes médianes autrement que comme une nappe charriée de même ordre que les deux autres.

Séance du Lundi 9 Septembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. M. LUGEON, PRÉSIDENT

La séance a lieu dans la salle à manger de l'Hôtel **Muffat**, à Morzine.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. **Maurice Lugeon** rend compte des excursions des 8 et 9 septembre.

Excursion du 8 Septembre.

Au départ de Thonon la route se déroule sur les terrasses post-glaciaires de la Drance. Celle-ci s'y creuse une grande plaine d'alluvions, qui se prolonge par un delta dans le Léman. En approchant du cours d'eau, la route atteint les bords coupés du grand cône fluvio-glaciaire de la Drance. Près du Pont-des-Français, la Société constate l'alternance des bancs marneux et des cailloutis. L'érosion par des ravinements remarquables a isolé de petites pyramides couvertes de buissons protecteurs.

Les matériaux qui constituent l'énorme masse fluvio-glaciaire sont presque exclusivement d'origine locale. On y retrouve toutes les roches du Chablais. Les nombreux blocs erratiques de protogine, que l'on exploite dans le thalweg de la Drance, proviennent de la surface du plateau. Ils ont glissé dans la vallée au fur et à mesure des progrès de l'érosion. Ces dépôts glaciaires alpins, superposés au fluvio-glaciaire local, appartiennent probablement aux moraines internes. Le cône glaciaire de la Drance serait donc l'œuvre de la deuxième glaciation.

A quelque cent mètres en amont du Pont-des-Français, la Société constate la présence du Flysch soit au bord de la route, soit sur la rive gauche de la Drance. Ces schistes et grès micacés appartiennent à la zone bordière des Préalpes. Leur présence en ce point nous montre la constance de ces zones et celle de leurs relations réciproques. En effet ces roches arénacées plongent sous le gypse triasique de la grande carrière d'Armoy visitée par la Société. L'exploitation se fait à ciel ouvert et en galerie. Partout le gypse est recouvert par le Glaciaire.

A partir de ce gisement triasique jusqu'à Saint-Jean-d'Aulph, la Société étudiera en détail les divers plis des Préalpes médianes dont les levés géologiques sont dus à M. Renevier.

Le pli anticlinal de la montagne d'Hermone, profondément coupé par la Drance, ne montre, le long du torrent, que son noyau triasique. A l'Epine, l'anticlinal est érodé jusqu'au gypse. La Société constate la superposition des calcaires et marnes verdâtres du Trias sur ce gypse. De hautes parois de cailloutis fluvio-glaciaires recouvrent ce Trias. Au Pont-de-l'Eglise les couches triasiques, redressées jusqu'à la verticale, annoncent le premier synclinal. En effet, la Société rencontre bientôt le Rhétien et ses fossiles caractéristiques : *Avicula contorta* Portl., *Placunopsis alpina* Winkl., *Bactryllium striolatum* Heer.

Plus loin les couches du Lias inférieur et moyen déterminent un rétrécissement de la gorge, qui s'ouvre à nouveau au passage des schistes argileux du Lias supérieur. Ce terrain forme le noyau synclinal au-delà duquel la série déjà observée se répète en sens inverse, jusqu'au noyau anticlinal triasique du deuxième pli, au Pont-de-Bioge.

Le synclinal de la Vernaz attire l'attention de la Société par deux faits intéressants. Entre le Dogger et le Jurassique supérieur apparaissent les couches de calcaires rouges de l'Oxfordien. C'est un terrain que la Société n'avait pas encore rencontré. A la Vernaz les couches sont exploitées et utilisées comme marbre.

M. Lugeon attire ensuite l'attention sur l'inflexion transversale très manifeste de ce synclinal, dont le noyau de Jurassique supérieur forme une barre en forme de V largement ouvert. On peut, dans la coupure de la barre jurassique, observer les couches axiales du synclinal plongeant vers le thalweg. Cette descente des bancs est accompagnée de plissotements transversaux au plissement principal [1].

L'anticlinal de la Forclaz, qui suit le synclinal de la Vernaz, présente au centre une grande masse de calcaire du Lias moyen, qui forme un bourrelet sur les pentes de la montagne. Le Dogger particulièrement épais est étudié le long de la route. Il est ici représenté par le faciès à *Zoophycos*.

De la route, la Société examine la remarquable succession de barres calcaires de Jurassique supérieur qui se présentent en amont. Elles descendent l'une après l'autre vers la Drance et

1. LUGEON. Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Annales de Géographie*, Juill. et Nov. 1901.

remontent le versant opposé. Les deux premières barres forment le synclinal du Jotty, avec son noyau de Crétacique supérieur. Nulle part, dans le Chablais, les plis ne montrent une si remarquable inflexion synclinale transverse, accompagnée de l'angle rentrant si caractéristique des plis. Ici aussi apparaît la disposition réciproque des anticlinaux largement ouverts et des synclinaux étroits, pincés.

Ces barres calcaires du Malm sont traversées par le torrent dans des fissures étroites. Au Jotty, d'énormes blocs forment un pont naturel. La Société profite des galeries récemment aménagées pour visiter la gorge.

M. **Jean Brunhes** montre que les deux parois de la gorge de la Dranse sont constituées par un assemblage étonnamment continu de surfaces intactes, quoiqu'incomplètes, d'anciennes marmites de géants. Il fait remarquer que c'est un des cas très nets où la surface des deux parois, étant conservée telle qu'elle devait être au moment même de l'approfondissement premier de la gorge, porte un témoignage irréfutable en faveur du mode d'opérer qui a été suivi pour cet approfondissement. De part et d'autre on reconnaît, même par endroits avec une évidence surprenante, les formes évasées d'une même marmite, qui a laissé ainsi sur les parois opposées des formes qui se complètent. On peut suivre pas à pas et reconstituer l'histoire et le jeu des tourbillons ; on voit comment plusieurs tourbillons de petit rayon ont été tout à coup remplacés par un tourbillon plus puissant, qui a unifié les petites marmites déjà formées : et celles-ci, à peine discernables aujourd'hui, aboutissent à l'une de ces marmites énormes, telle qu'on en voit en plusieurs parties de la gorge ; puis le grand tourbillon lui-même s'est décomposé en tourbillons moindres ; et la marmite énorme, à la paroi très renflée, se décompose en plusieurs marmites, qui font succéder des cavités multiples à la grande cavité. C'est là un tronçon de gorge qu'il faut rapprocher des gorges suisses de l'Aar, de la Tamina, du Trient, etc.. La partie d'amont de la gorge de la Dranse est sensiblement plus ouverte et plus large que la partie d'aval ; le sillon creusé par les tourbillons est moins étroit : de là, sur les bords, quelques types caractérisés de marmites de géants que les tourbillons ont délaissées avant de les avoir achevées ; ces marmites présentent généralement dans leurs fonds une protubérance de forme conique qui est, comme M. Brunhes l'a établi, le signe distinctif des marmites interrompues.

M. Brunhes signale encore différents faits généraux, très visibles

dans cette gorge de la Dranse, concernant soit les formes des parois ou du fond des diverses marmites, soit les matériaux qui ont servi d'instruments aux tourbillons travailleurs.

L'anticlinal de Nicodez rompu jusqu'au Trias arrête l'attention de la Société avec, le long du chemin du versant droit, sa succession régulière du Crétacique au Lias moyen.

L'angle rentrant des plis s'exagère dans la partie en amont de la Baume. En effet, le synclinal du mont Ouzon donne lieu à une bande très développée de Crétacique supérieur, qui s'allonge parallèlement à la Drance et n'est coupée par cette dernière qu'au Pont-de-Couvaloup sous le Biot. L'inflexion horizontale du pli s'étend en ce point sur environ deux kilomètres. En même temps, le pli présente une inflexion synclinale transverse très évidente. Au mont Ouzon le Flysch s'élève à l'altitude de 1500 mètres, tandis que, sur la Drance, il atteint 700 mètres, au Pont-de-Couvaloup.

En amont de la Baume le Fluvio-glaciaire est remplacé par les moraines formant plusieurs lignes de collines avec de petites dépressions centrales. La Drance, gênée dans son écoulement, a dû se frayer un passage vers la gauche. Son cours surimposé forme une gorge au Pont-de-Couvaloup.

Dans les couches du Crétacique supérieur de la gorge les membres de la Société récoltent des fragments d'Inocérames et des *Ostrea*, ce dernier fossile inconnu jusqu'à ce jour dans ce terrain.

La vallée se rétrécit considérablement au-dessous d'Ombre au passage d'un anticlinal. Il est constaté que les couches portées comme Néocomien sur la carte au 1/80.000 appartiennent en réalité au Crétacique supérieur. La gorge présente un exemple très net de surimposition glaciaire. A côté de l'ancien thalweg comblé par la moraine, la Drance s'est creusé une étroite gorge. La route ne peut franchir cet accident que par un tunnel [1].

M. Lugeon fait remarquer à ce sujet combien le talent d'observation des géologues qui examinent successivement une même région peut progresser graduellement. En 1893, lors du passage de la Société géologique suisse dans ces parages, ce superbe exemple d'épigénie, l'un des plus beaux que l'on puisse voir, n'avait pas été remarqué.

Au Bas de Thex, une énorme masse de calcaire du Malm attire les regards par son caractère imposant. Les couches verticales

1. Lugeon. Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques, etc. *Bull. Labor. de géol. Univ. de Lausanne*, n° 2, 1901, et *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, 1901.

semblent sortir de terre comme un immense dyke. Cet anticlinal si aigu, coupé au sud-est par une faille, est la continuation du pli du mont Chauffé. Il présente ce même caractère de masse très redressée, qui caractérise la chaîne des Gastlosen, dans les Alpes fribourgeoises. C'est sans conteste la continuation du même phénomène.

Enfin la Société pénètre dans le vaste synclinal de Flysch de Saint-Jean-d'Aulph ; en aval s'élève la barre du massif de la Brèche.

M. Steinmann a l'heureuse chance de trouver sur un bloc errant de Brèche supérieure une Huître du type de l'*Ostrea gregaria* du Jurassique supérieur. C'est le premier fossile de ce genre trouvé dans la Brèche du Chablais.

Excursion du 9 Septembre.

La course est consacrée à l'étude du fameux pli frontal plongeant du massif de la Brèche.

En partant de Saint-Jean, la Société s'élève rapidement sur les pentes du Flysch, dont les couches plongent fortement du côté de la barre de Brèche supérieure, que l'on ne tarde pas à traverser ; puis viennent successivement : les schistes ardoisiers, une bande très étroite de Brèche inférieure, les quartzites du Trias, le Permien, et subitement les couches particulièrement froissées de Crétacique supérieur. On a franchi ainsi une série de couches presque verticales, qui cependant n'ont pas racine en profondeur, ainsi qu'en témoigne la coupe que l'on peut faire dans la vallée de Charmy, près Abondance, où l'on voit ce Crétacique passer sous l'ensemble de ces couches redressées, et se perdre dans le Flysch qui précède à l'ouest le massif de la Brèche. C'est donc un pli complètement *retourné*, un anticlinal dont la charnière est placée comme celle d'un synclinal étroit, qui forme ici le front du massif de la Brèche.

La Société s'arrête longuement au col de Brion, où M. Lugeon explique la coupe visible, une des plus tourmentées qu'offre le Chablais.

La coupe donnée par M. Lugeon dans son ouvrage sur le Chablais (fig. 47 c.), est reconnue exacte. Il y aurait même lieu d'y ajouter encore une petite bande isolée de Brèche, dans les schistes ardoisiers du col.

Ainsi, une coupe partant du sommet situé à l'ouest du col de Brion jusqu'au delà du point 1966 présente la succession suivante :

Brèche supérieure.
Schistes ardoisiers.
Calcaire dolomitique du Trias.
Quartzite.
Cargneule.
Schistes ardoisiers.
Bancs de Brèche.
Schistes ardoisiers.
Permien et quartzites du Trias triturés.
Brèche inférieure.
Cargneule.
Crétacique supérieur.

Du col de Brion on domine un cirque torrentiel, dit des Dames-du-Moulin. Les quartzites ainsi que les bancs isolés de Brèche y pénètrent. Mais, de l'autre côté du cirque, sur l'arête de la Pointe-de-la-Corne, la structure est beaucoup plus simple.

En superposant les deux coupes, on peut connaître la vraie nature de cette étrange dislocation (fig. 3).

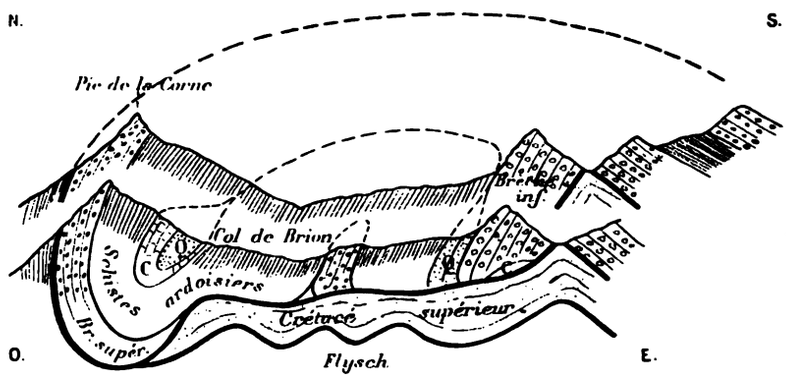


Fig. 3. — Coupe du pli frontal plongeant du massif de la Brèche. Echelle : 1/20.000 environ.

C, Calcaire dolomitique ou cargneule ; Q, Quartzites du Trias.

On voit que la tête plongeante de quartzites a été complètement isolée de sa racine. Pour se faire une idée de la genèse d'une telle dislocation, il est bon de rétablir l'état qui a précédé celui pendant lequel la striction si considérable a redressé les couches.

Il y a un intérêt théorique important dans l'étude de cette coupe du col du Brion. On voit tout d'abord combien la poussée, lorsqu'elle atteint son paroxysme, tend à redresser verticalement les

couches, puis on voit qu'un terrain qui occupait primitivement un plan continu, comme cela devait être le cas pour le Trias, peut se disposer suivant plusieurs plans qui ne paraissent pas avoir de relations les uns avec les autres ; ainsi des *séries verticales peuvent être des séries chevauchantes*. En outre, on voit comment des séries de couches redressées, que l'on considère souvent comme un simple régime de plis isoclinaux, peuvent provenir parfois de dislocations les plus étranges. Autrement dit une série isoclinale peut ne pas être toujours formée de plis simples côte à côte. Il peut en être ainsi de séries cristallines très redressées.

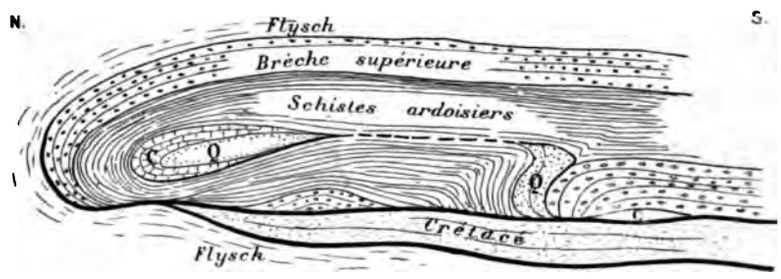


Fig. 4. — Pli frontal du massif de la Brèche avant la fin de l'arrêt du mouvement de chevauchement (coupe théorique).

Les excursionnistes longent ensuite la masse de Brèche inférieure aux couches verticales, du point 1966, et retrouvent le Crétacique supérieur de l'anticlinal qui isole la région du Pic de la Corne du reste du massif de la Brèche.

En se dirigeant vers le col de Lens, la Société parcourt la coupe complète de la Brèche inférieure et des schistes ardoisiers. Les couches de la Brèche inférieure sont formées par des alternances de bancs de Brèche et de calcaire à Entroques. Dans ces derniers on rencontre quelques tronçons de Bélemnites de type liasique. M. Lugeon attire l'attention sur les nombreux débris de bois silicifié que l'on trouve dans le dernier niveau des schistes ardoisiers au-dessus des chalets du Lens d'Aulph, près du col de ce nom.

Les Polypiers, que M. Lugeon avait ramassés sous le Roc de Tavaneuse dans la Brèche inférieure, ne sont pas retrouvés, mais MM. Schmidt et Steinmann récoltent, par contre, de très beaux exemplaires de ces mêmes fossiles (*Stylina*) dans les lapiés de Brèche supérieure qui s'étendent sous les rochers d'Entre-deux-Pertuis [1].

1. M. Douvillé avait recueilli en ce point des plaquettes de calcaire siliceux qui lui paraissaient renfermer des traces d'organismes ; l'examen de la roche

La Société en descendant sur le lac de Montriond coupe la Brèche supérieure, les schistes ardoisiers, et au bord du lac, grâce à une carrière nouvelle, elle constate la présence de la Brèche inférieure invisible en ce point jusqu'à ce jour.

M. **Reymond** demande si le calcaire à Entroques observé hier après le déjeuner appartient bien au Lias, ce faciès étant dans toute la région lyonnaise et jurassienne tout à fait caractéristique du Jurassique moyen.

M. **Lugeon** répond que des fossiles du Lias moyen ont été trouvés dans ce calcaire à Entroques des Préalpes : on ne peut avoir aucun doute sur l'âge de ces couches. Parmi les fossiles récoltés on peut citer : *Lytoceras fimbriatum* Sow., *Arietites raricostatus* Ziet.

M. **Steinmann** a été frappé, dans l'étude que la Société vient de faire des plis des Préalpes, de la singularité que présente le dernier pli rencontré. Tandis que les premiers plis situés près de la plaine sont très réguliers, le dernier pli avant la région de la Brèche est beaucoup plus compliqué : il tient à le faire remarquer à la Société sans en tirer pour le moment aucune conséquence. Il y a dans le dernier pli des Préalpes médianes un changement assez brusque du régime ordinaire des Préalpes, qui ne s'explique pas par le voisinage de la masse de la Brèche, mais qui prépare en quelque sorte la région si curieuse de la Brèche.

M. **Schmidt** voudrait, en laissant de côté la tectonique de la région de la Brèche, s'occuper de la Brèche elle-même et de sa nature pétrographique. Après les descriptions données par MM. A. Favre, Schardt et Lugeon, il a été étonné de constater aujourd'hui que la Brèche est en réalité constituée par une série de calcaires plus ou moins coralligènes, de calcaires d'origine peu profonde, ayant englobé des matériaux plus ou moins roulés et arrondis, provenant de côtes plus ou moins éloignées. Lorsque ces éléments font défaut, on voit apparaître la vraie nature de la roche, comme les calcaires noirs à Entroques de la Brèche inférieure, les schistes de la Brèche moyenne et les calcaires de la Brèche supérieure, rappelant tout à fait le « Hochgebirgskalk » des Alpes suisses.

Tous ces éléments n'ont pas une origine lointaine et sont venus de tout près, d'un rivage peu éloigné des mers jurassiques.

taillée en plaques minces lui a permis de constater la présence d'un assez grand nombre de Radiolaires (voir *B. S. G. F.*, [4], I, p. 469, 18 nov. 1901). [*Note ajoutée pendant l'impression*].

M. **Lugeon** rappelle ce qu'il a écrit sur la Brèche du Chablais. Pour lui, c'est nettement un faciès côtier et il a déjà déterminé la position de la côte où s'alimentait la Brèche, vers le nord. Il remarque que, en tout état de choses, elle n'a pu se former aux dépens des Préalpes médianes, car certains éléments de la Brèche sont en effet inconnus dans ces Préalpes médianes. Il ajoute encore que dans sa description déjà longue il a largement fait mention des bancs calcaires et calcaréo-schisteux. C'est même l'étude aussi précise que possible de ces calcaires, ainsi qu'il a pu la faire dans ce travail de très longue haleine qu'a demandé le Chablais, qui lui a permis de déterminer la position du rivage qui, en s'écroulant, a formé la Brèche. C'est cette étude détaillée qui lui a permis de réfuter complètement les explications de la formation de ce terrain qu'avaient données Gilliéron et M. Schardt, qui y voyaient des « Klippes » entourées de masses détritiques. Les variations de composition des calcaires ne lui ont pas échappé, quoiqu'elles paraissent nouvelles à M. Schmidt. L'expression de « *Brèche du Chablais* » a peut-être laissé croire qu'il s'agissait d'une immense épaisseur de terrains exclusivement détritiques, mais M. Lugeon, en publiant quelques relevés très détaillés et très minutieux de successions de couches, a montré suffisamment, lui semble-t-il, ce que ce terme générique de brèche voulait dire. Cette expression a au moins autant de valeur que celle de « Hochgebirgskalk » de Escher dont se sert M. Schmidt.

Quant à l'âge de cette grande épaisseur de terrain, aucun doute ne peut plus guère régner. L'ensemble formé par la Brèche inférieure et ses calcaires à Entroques, ainsi que leur passage latéral aux calcaires schisteux et plaquetés, aux schistes, désignés sous le terme de schistes inférieurs, appartient incontestablement à tout le Lias, du Rhétien au Lias supérieur. Les schistes ardoisiers sont probablement du Jurassique moyen et le niveau de la Brèche supérieure, parfois exclusivement formée par des calcaires gris compacts, ainsi que M. Lugeon l'a amplement fait remarquer dans son mémoire, appartiendrait au Jurassique supérieur, à moins que même encore du Crétacique inférieur n'y soit représenté.

M. **Brunhes** fait remarquer qu'à sa connaissance aucun fait d'océanographie n'autorise l'hypothèse d'un transport lointain de gros matériaux par les courants marins et demande si M. Steinmann connaît un point des Océans où une roche analogue à la Brèche se forme actuellement.

M. **Steinmann** montre que le phénomène des brèches et des conglomérats est un phénomène *général* que l'on peut rencontrer à tous les niveaux et que, dans aucun cas, on ne connaît le mode de formation de ce sédiment, bien qu'il puisse, comme dans le cas des grès vosgiens, s'étendre sur des surfaces considérables.

M. **Révil** fait remarquer que les calcaires à Entroques de la Brèche inférieure, que l'on a vus en allant du col de Brion aux chalets de Lens, se présentent avec des caractères analogues à ceux des roches du Lias inférieur qui se rencontrent dans le vallon de Roselen, sur le flanc ouest du synclinal dans lequel se termine, par des pointements multiples, le massif amygdaloïde du Mont Blanc.

Il regrette vivement de n'avoir pu assister à la première partie de l'excursion, mais ce qui l'a vivement frappé dans les coupes des régions visitées pendant les deux journées de course de Thonon à Saint-Jean-d'Aulph et de cette localité à Morzine, ce sont les différences tectoniques que présentent la région des Préalpes médianes et celle du massif de la Brèche. Dans la première région les plis sont très réguliers et rappellent même ceux du Jura, tandis que dans la seconde les couches offrent des contournements multiples et des superpositions anormales surtout sur le bord frontal. C'est ainsi qu'en montant au col de Brion, on a vu les quartzites du Trias et les couches rouges du Permien reposer sur le Crétacé supérieur avec lambeaux de Flysch. Il lui semble qu'il y a là deux zones à régime bien différent et qu'il y aurait lieu de tenir compte de cette différence — sur laquelle il lui semble qu'on n'a pas assez insisté — dans toute interprétation destinée à expliquer la nature des mouvements qui ont produit les plissements si difficiles à interpréter des Préalpes chablaisiennes et romandes.

Séance de clôture du Mercredi 11 Septembre 1901

PRÉSIDENCE DE M. M. LUGEON, PRÉSIDENT

La séance a lieu à une heure et demie, dans la salle à manger de l'Hôtel des Balances, à Taninge.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. **Lugeon** rend compte des excursions des 10 et 11 septembre.

Excursion du 10 Septembre.

De Morzine, la Société s'élève sur les contreforts morainiques et ne tarde pas à atteindre les deux pointements des Attraix, qui sont étudiés en détail. De là elle se rend par les chalets de Chavannes à la Mouille-Ronde, l'un des plus importants gisements de roche éruptive.

A partir du Chalet du Tournes, le brouillard force les membres de la Réunion à modifier pour la première fois le programme. On abandonne la direction du gisement de serpentine pour longer les crêtes. Cette variante offre un avantage inattendu. En effet, non loin du point 1512, la Société rencontre un affleurement curieux de gros bancs de silex, inconnu jusqu'ici. M. Lugeon pense que cette roche doit être probablement liée à celles des klippes de roches éruptives. C'est la première fois qu'une telle masse siliceuse est signalée dans le Flysch du Chablais. Elle abonde par places dans certains points du Flysch du Simmenthal.

Aux Bonnes, il est fait une bonne moisson de roches vertes. A la Rosière, le mauvais temps ne permet pas l'étude détaillée de l'affleurement de granite.

Excursion du 11 Septembre.

Les membres de la Réunion visitent les environs immédiats de Taninge.

Dans le vallon du Foron, ils constatent la présence du Flysch, surmonté par le Crétacique et butant par faille contre le Trias du massif de la Brèche. Par une heureuse chance, on peut voir, sur

la rive droite du torrent, à quelques mètres du Crétacique, un affleurement de Houiller. C'est sous lui que se dirige très nettement le Crétacique.

Un peu plus en amont, sur la rive droite, la Société examine les débris de Houiller amenés au jour par un puits de recherche récent. On récolte quelques fossiles, en particulier un fragment de tronc de *Calamites*. Après avoir constaté l'existence de petites failles locales qui ramènent le Trias dans le vallon, les géologues se dirigent vers la butte dite Sur-le-Rocher, pour y voir le quartzite du Trias et les affleurements de Crétacique. Ces derniers n'ont malheureusement pu être retrouvés ; ils avaient été constatés en 1893, et, depuis lors, la végétation les a probablement recouverts. La constatation de leur existence avait du reste une importance relative, car la présence du même terrain dans la gorge du Foron est amplement suffisante pour démontrer, sous le massif de la Brèche, l'existence des Préalpes médianes à l'état d'une lame de faible épaisseur. Au pied du monticule de Sur-le-Rocher, une constatation intéressante est faite. Des schistes qui n'avaient pu être déterminés jusqu'ici, sont nettement reconnus comme appartenant au Lias supérieur (voir Lugeon : *La région de la Brèche du Chablais*, schistes S, fig. 33). Ils représentent simplement le prolongement de la bande du Lias de Matringe-Prêle (Pointe d'Orchez).

M. **Révil** demande quelles sont les relations qui existent entre les faits observés dans la matinée et les faits observés par la Société dans la zone bordière étudiée précédemment et la zone interne dans la vallée de Champéry.

M. **Lugeon** répond que la zone bordière manque complètement à Taninge comme d'ailleurs à Bonneville. La zone interne du val d'Illiez a également disparu. Pour lui, le Flysch constaté le matin serait le Flysch inférieur à la Brèche, comme le prouverait l'existence sur le Flysch du col de Chatillon, en face de Taninge, de l'autre côté du Giffre, de klippes de Trias, de Lias et de Malm et même d'après M. Douxami, de lambeaux de Brèche du Chablais.

M. **Douxami** demande quelle est l'origine du Glaciaire constaté la veille au départ de Montriond et quels sont les rapports de ces dépôts avec ceux que la Société a déjà étudiés les jours précédents de Thonon à Saint-Jean-d'Aulph. A propos du Flysch du plateau des Gets, d'après M. Lugeon, une partie serait du Flysch supérieur au massif de la Brèche et une partie proviendrait du Flysch infé-

rieur à ce massif ramené au-dessus de la Brèche par le charriage. Il serait intéressant, à son avis, si la chose est possible, de pouvoir les distinguer; les conclusions, au point de vue de l'origine des blocs de roches cristallines étudiés par la Société ne pourraient être les mêmes, suivant que ces blocs seraient intercalés dans l'un ou l'autre de ces deux Flysch.

M. **Lugeon** répond que les blocs de protogine de Morzine proviennent du glacier du Rhône et signale à la Société l'existence d'un bloc de protogine d'origine glaciaire sur le plateau de Flysch au-dessus de Montriond. Ce bloc a été découvert par M. Tavernier, de Taninge. Il profite de cette occasion pour rendre un juste hommage à la mémoire de ce géologue local, qui, le premier, avait découvert le gisement de granite de la Rosière, dont il avait compris tout l'intérêt et attiré, autant qu'il était en son pouvoir, l'attention des géologues sur ce fait.

M. **Douvillé** a été frappé de l'analogie que présente la coupe de Taninge avec celles qu'il a pu relever aux environs de Kienthal. Il signale aussi la grande analogie qu'elle présente avec les régions de Spiez et du Stockhorn, où la zone bordière et la zone des Hautes Alpes calcaires viennent se rejoindre sous la région du Flysch du Niesen.

M. L. **Carez** prend la parole en ces termes :

« Au moment de nous séparer, je suis certain d'être l'interprète de tous ceux qui ont assisté à la réunion, en remerciant chaleureusement M. Lugeon de nous avoir guidés d'une manière si intéressante dans la région qu'il a étudiée avec tant de persévérance et de succès. En demandant à notre confrère de vouloir bien nous conduire dans le Chablais, je craignais d'obéir à un sentiment égoïste : désireux depuis longtemps de visiter cette région, pour laquelle tant d'explications différentes avaient été proposées, je redoutais un peu de ne pas être accompagné par un nombre suffisant de nos confrères. L'événement m'a heureusement détrompé, et c'est avec plaisir que je constate l'empressement avec lequel Français et Étrangers ont répondu à notre appel, sans se laisser rebuter par les difficultés matérielles d'une excursion en pays montagneux, ni par l'absence de beaux gîtes fossilifères.

« Dans l'œuvre de M. Lugeon, comme dans toute étude analogue,

il y a nécessairement deux parties : l'une qui est l'exposé des faits d'observation, l'autre qui cherche à expliquer les phénomènes ayant amené l'état de choses actuel.

« Pour la première partie, aucune contestation ne s'est élevée pendant la Réunion ; nous avons tous rendu un hommage mérité à la sagacité avec laquelle M. Lugeon avait su distinguer les étages et établir les successions dans un pays particulièrement difficile.

« En ce qui concerne la partie théorique de l'œuvre de M. Lugeon, nous avons pu constater que plusieurs de nos confrères la considéraient au début comme n'étant pas étayée de preuves assez nombreuses et assez solides ; beaucoup hésitaient à admettre la série de phénomènes compliqués que nécessite l'explication de notre savant guide. Mais il m'a semblé que chaque journée de courses amenait une ou plusieurs conversions, et que ceux-mêmes qui ne se sont pas encore tout à fait rendus semblent hésitants et moins opposés qu'au départ aux hypothèses qui nous ont été exposées avec tant de lucidité.

« Pour ma part, je n'hésite pas à dire que, venu avec l'idée que l'imagination avait joué un grand rôle dans les théories de M. Lugeon, je quitte au contraire le Chablais bien convaincu de la justesse des vues qu'il a exprimées.

« Je vous propose, Messieurs, de voter les plus vifs remerciements à M. Lugeon, mais en même temps de ne pas oublier notre Trésorier, M. Langlassé, qui nous a rendu le service de décharger notre Président d'une partie de l'organisation matérielle de l'excursion. »

M. **Révil,** au nom de l'Académie de Savoie, dont il est membre, et qui a déjà décerné l'un de ses prix au beau travail de M. Lugeon sur le Chablais, et au nom de la Société d'histoire naturelle de Savoie, dont il est président, remercie M. Lugeon d'avoir dirigé une excursion aussi intéressante que celle à laquelle il vient d'assister dans cette région du Chablais où M. A. Favre avait considéré ses excursions comme une épreuve de patience. Le massif est en effet particulièrement difficile à étudier ; il est heureux de constater, comme vient de le faire remarquer M. le Président de la Société géologique de France, qu'il n'y a rien à reprendre aux observations de faits qui restent entières. Pour les théories, si celle relative à la région de la Brèche est admise sans conteste, il avoue qu'il attendra encore de nouveaux faits pour admettre complètement et définitivement celle relative à l'ensemble des Préalpes.

Comme Savoyard, il félicite tout particulièrement M. Lugeon

d'avoir choisi pour l'étudier d'une façon aussi complète qu'il l'a fait une des plus belles contrées de la Savoie, jusqu'ici beaucoup trop peu et trop mal connue.

M. **M. Lugeon** remercie vivement MM. L. Carez, H. Douvillé et J. Révil de leurs aimables paroles. Il est heureux de constater que le programme a pu être suivi de point en point, et ses indications contrôlées par ses confrères de la Société géologique. Il voit avec plaisir la grande majorité des excursionnistes partager l'idée du recouvrement des Préalpes. D'autre part, si plusieurs des membres de la réunion, et non des moins éminents, ne veulent absolument pas accepter la théorie des grandes nappes recouvrantes, il ne pense pas qu'il y ait lieu de s'en étonner. Léopold de Buch n'a, en effet, jamais voulu admettre la théorie glaciaire : la théorie des nappes de charriage aura sans aucun doute aussi des adversaires irréductibles. Mais M. Lugeon estime toutefois qu'il sera difficile d'émettre une théorie différente expliquant avec autant de simplicité toutes les difficultés accumulées dans le Chablais. Il n'éprouve aucune crainte sur l'avenir réservé à la théorie du recouvrement. Déjà des faits nouveaux, d'une simplicité étonnante, découverts dans les Alpes bernoises, sont inexplicables dans une hypothèse différente ou plutôt ne présentent pas même d'ambiguïté possible.

M. M. Lugeon tient encore à exprimer ses remerciements aux savants de France qui lui ont fait étudier le Chablais et l'ont puissamment aidé, à MM. Michel-Lévy et Marcel Bertrand, et en Suisse, à son maître, le président honoraire de la réunion, M. Renevier.

Après avoir transmis les remerciements de la Société au Secrétaire et au Trésorier, dont la collaboration zélée a aidé au succès de l'excursion, le Président déclare close la Réunion extraordinaire de 1901.

NOTE SUR LE RHÉTIEN ET LE LIAS DU COL DE COUX (VAL D'ILLIEZ)

par M. H. PREISWERK [1].

Après avoir quitté à Morzine la Société géologique, le 10 septembre, j'ai été étudier, sur les conseils de M. Maurice Lugeon, l'intéressant profil du col de Coux, qui sépare la vallée de la Drance du Biot, de celle de Champéry (val d'Illiez). J'ai pu constater la présence d'un nouveau gisement fossilifère du Rhétien et du Lias de la région de la Brèche du Chablais.

A la hauteur du col on voit, au sud, les couches du Crétacé et du calcaire nummulitique des Hautes Alpes à faciès helvétiques formant un grand anticlinal bordé par le Flysch. Celui-ci plonge faiblement au nord entre Vannez (2136 m.) et Bostan (2411 m.) et forme la dépression du col [2]. Au nord du col, le Flysch et la masse exotique des Préalpes forment une suite continue monoclinale de sédiments [3].

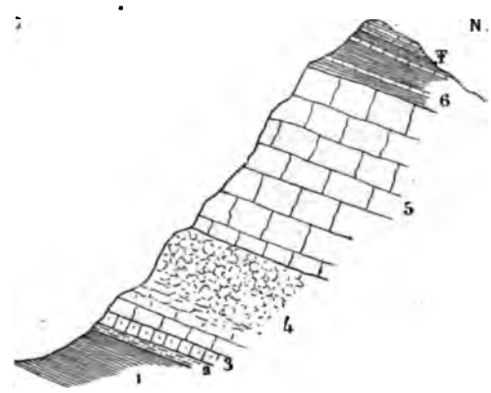


Fig. 5. — Coupe du bord du massif de la Brèche au col de Coux. — Echelle approximative 1/2.000.

1, Flysch ; 2, Permien (Verrucano) ; 3, Quartzite ; 4, Cargneule ; 5, Calcaires dolomitiques du Trias ; 6, Rhétien fossilifère.

La série de couches en recouvrement commence ici par du Permien (Verrucano) et par les quartzites. Sur ces bancs s'élève un escarpement de cargneules et de calcaires dolomitiques recouverts par des schistes noirs [4]. Ceux-ci sont particulièrement bien visibles le long d'un

1. Note insérée au Bulletin, par décision du Conseil.
2. Voir Carte topographique suisse, feuille 483, coloriée géologiquement par M. Lugeon (Région de la Brèche du Chablais, pl. VIII).
3. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, fig. 40.
4. Id. id., p. 50.

petit sentier montant du col de Coux sur une arête herbeuse, qui, du sommet du Vannez (2136 m.), se dirige vers l'ouest. Dans les schistes on voit quelques intercalations de calcaires noirs, qui deviennent de plus en plus abondantes vers le haut. Dans quelques bancs on voit déjà des brèches; elles font partie, d'après la carte géologique au 1/80.000, du niveau des *schistes inférieurs* de la zone de la Brèche.

Environ à 10 m. au-dessus du Trias on remarque quelques fines traces de sections de fossiles dans les bancs calcaires. Ceux-ci sont particulièrement riches en fossiles sur le côté nord de l'arête, à quelques mètres au nord-ouest de l'endroit où le sentier atteint la crête. Les couches affleurent ici sur la pente rapide, débarrassées de végétation.

J'ai trouvé en ce point de bons exemplaires d'*Avicula contorta* ainsi que d'autres fossiles nombreux. Je dois à l'obligeance de M. Karl Strübin de Bâle les déterminations suivantes : *Cardium rhœticum* Mer., *Anomia Mortilleti* Stopp., *Modiola minuta* Gldf., *Leda* sp.

En outre, comme dans d'autres gisements rhétiens de la région, la roche contient de nombreux Polypiers.

Dans le voisinage j'ai encore trouvé, malheureusement dans des blocs éboulés, qui proviennent certainement de couches immédiatement supérieures au Rhétien, des sections de Bélemnites et *Pentacrinus tuberculatus* Mill., contenus dans un calcaire argileux schisteux étiré.

Ce gisement de Rhétien et de Lias du col de Coux correspond exactement à celui décrit par M. Lugeon à Jutteninge, dans la vallée du Giffre, et au Chalet-Neuf, au nord de Morgins. La découverte de ces couches, qui me paraissent faire partie d'une série bien continue, contribuera à étayer la détermination due à MM. Renevier et Lugeon de l'âge du complexe de la Brèche du Chablais et à préciser sa division stratigraphique.

LES GRANDES NAPPES DE RECOUVREMENT

DES

ALPES DU CHABLAIS ET DE LA SUISSE

par M. **Maurice LUGEON.**

(PLANCHES XIV-XVII).

SOMMAIRE

Introduction.

I. — *Le pourtour des Préalpes.* — 1. Contact des Préalpes et des Hautes Alpes. — 2. Contact des Préalpes avec la région molassique.

II. — *Les zones tectoniques indépendantes des Préalpes.* — 1. Amincissement des Préalpes vers le sud dans le Chablais. — 2. La zone bordière. — 3. La zone interne. — 4. Influence des plis des Hautes Alpes. — 5. Réfutation de l'hypothèse de l'éventail composé imbriqué. — 6. Existe-t-il trois ou quatre zones indépendantes dans les Préalpes ?

III. — *Les Préalpes n'ont point de racines.* — 1. Plusieurs faits péremptoires, en faveur de l'absence de racine du massif de la Brèche, sont du même ordre que ceux qui servent à démontrer l'absence de racine des Préalpes médianes. — 2. La racine de la zone interne. — 3. Les Préalpes médianes ne peuvent avoir de racines.

IV. — *Les grandes nappes des Alpes suisses. Phénomènes semblables à ceux du Chablais.* — 1. Quelques mots sur les Klippes. — 2. La tectonique des Préalpes n'est pas propre à cette chaîne ; elle est celle de la presque totalité des Alpes calcaires suisses. — 3. Enchaînement des Préalpes et des Hautes Alpes calcaires. — 4. Les plis réguliers des Préalpes médianes sont des éléments de constitution des nappes de recouvrement. — 5. Les Alpes calcaires à faciès helvétique sont formées par des nappes, tout comme les Préalpes : A). Le problème du double pli glaronnais ; B). Les nappes supérieures glaronnaises ; C). La nappe inférieure glaronnaise ; D). La nappe du Falknis ; E). La nappe du Rhäticon et les Alpes de Bavière.

V. — *Le mécanisme des grandes nappes alpines.* — 1. A propos du Flysch. — 2. Les remarques stratigraphiques de M. Haug. — 3. Le mécanisme des grandes nappes alpines.

Introduction

En août 1891, mon maître, M. le professeur Eugène Renevier, de Lausanne, et le professeur Auguste Jaccard du Locle, furent convoqués dans le Chablais par M. Michel-Lévy, directeur du Service de la carte géologique de France, pour apporter quelques éclaircissements à un point douteux de la géologie de la région. Les deux savants suisses différaient d'opinion sur l'âge des cargneules et du gypse, que l'un d'eux considérait comme jurassiques, tandis que l'autre les attribuait au Trias. De plus, à cette époque, une autre école plaçait dans l'Eocène les mêmes roches de la même région.

Du 13 au 15 août la petite troupe, dont je faisais partie, parcourut les montagnes comprises entre Samoëns et Morzine. Les observations rassemblées ne réussissant pas à mettre d'accord les savants suisses, je fus chargé d'étudier plus à fond ce problème difficile. Ce ne fut pas sans quelques appréhensions que je m'apprêtais à parcourir une région dont Alphonse Favre disait : « A l'exception de quelques localités privilégiées, j'ai, en général, regardé mes excursions en Chablais comme une épreuve de patience ».

Cette étude fut pour moi pleine de surprises.

M. Michel-Lévy venait de décrire les pointements de roches éruptives des montagnes des Gets [1], au centre d'une immense cuvette de Flysch, dans une position des plus étranges. Cette même année (1891), je réussis à subdiviser les grandes masses des Brèches, substratum de ce Flysch ; puis, en 1892, vint la découverte, en compagnie de M. Marcel Bertrand, du Crétacique sous le Carbonifère de Taninge, et quelques semaines plus tard je pouvais constater la disparition des Hautes Chaînes calcaires sous les Préalpes. Les idées de Suess pénétraient à ce moment en France ; comment ne pas songer à les appliquer, armés comme nous l'étions de faits si nouveaux ? [2] Les pointements éruptifs des Gets n'étaient-ils pas les débris, les sommets écrasés et étirés d'un *horst*? Dans les temps jurassiques ce môle n'aurait-il pas formé, par écroule-

1. Michel-Lévy. Etude sur les pointements de roches cristallines qui apparaissent au milieu du Chablais, des Gets aux Fenils. *B. S. C. G. F.*, n° 27, 1892.

2. M. Lugeon. Région comprise entre la partie moyenne de la vallée du Giffre et le haut des vallées de Bellevaux et du Biot (Haute-Savoie). *B. S. G. F.*, (3), XX, p. 334.

ment, cette grande masse de Brèches qui semblait l'entourer? Et, lors de la poussée alpine, le horst hercynien formant buttoir n'aurait-il pas forcé les chaînes du Chablais à se mouler sur lui, alors qu'il se déversait sur les Hautes Alpes? Telle fut une première conception théorique.

Sur ces entrefaites, M. Marcel Bertrand [1] avait étudié la montagne la plus occidentale du Chablais, le Môle. Elle constituait pour lui la prolongation des plis des Hautes Alpes calcaires de la rive gauche de l'Arve. C'était, semblait-il, un exemple grandiose d'une de ces grandes « *Schaarung* », d'un de ces grands angles rentrants des plis, semblable à celui signalé par M. Suess dans les montagnes de l'Inde. Déjà en 1884, M. M. Bertrand [2] avait émis l'hypothèse des énormes masses de recouvrement poussées de l'intérieur des Alpes vers le nord. Son étude sur le Môle, dominée par l'idée du rebroussement des plis, ne lui apporta cependant aucun argument en faveur de sa première conception. Il en résultait pour moi une plus grande confiance dans l'hypothèse du Horst.

En 1893, mes recherches ne firent que démontrer l'étrangeté d'allure de ces montagnes. Partout, sous la grande nappe du massif triaso-jurassique de la Brèche, je trouvais le Flysch! Alors le fameux horst hercynien avait-il non seulement résisté à la poussée alpine, mais encore forcé son enveloppe à se déverser de tous les côtés ? Certainement, les faits étaient bien démonstratifs. Et, comme, en 1893, la Société géologique suisse fit une course dans le Chablais, dont j'eus la direction pendant quatre journées, il fallut bien essayer de donner une théorie et c'est alors que fut émise l'hypothèse du pli à déversement périphérique, dont la conception devait me poursuivre dans la suite [3]. Le célèbre pli en champignon semblait avoir pour lui bien de la vraisemblance, puisque je pensais montrer, dans le val d'Illiez, un double pli, analogue à celui de Glaris, alors à peu près incontesté. En présentant cette hypothèse à la réunion de la Société helvétique à Lausanne, j'avais indiqué, sans la discuter, une hypothèse que M. Marcel Bertrand m'avait signalée verbalement, pendant une courte halte, au chalet de Lens d'Aulph : « un jour l'on dira peut-être que le massif de la Brèche est un lambeau de recouvrement un peu plus grand que d'autres ». L'invraisemblance de cette opinion

1. M. Bertrand. Le Môle et les collines du Faucigny. *B. S. C. G. F.*, n° 32, 1892.
2. M. Bertrand. Rapport sur la structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. *B. S G. F.*, (3), XII, p. 318.
3. M. Lugeon. Région de la Brèche du Chablais, son rôle vis-à-vis des Préalpes extérieures, etc. *Ecl. geol. Helv.*, IV, p. 110.

m'avait fait développer avec d'autant plus de force l'hypothèse du pli circulaire. Je pus convaincre alors M. Schardt de l'âge jurassique de la Brèche du Chablais.

En novembre 1893, inspiré par l'hypothèse de 1884 de M. Marcel Bertrand, connaissant sans doute les résultats principaux de mes études tectoniques, car j'avais été le premier à donner une vue d'ensemble d'une des unités tectoniques préalpines, M. Schardt amplifia en la développant l'hypothèse des grandes masses recouvrantes. Il s'appuyait sur les faits nouveaux que les géologues alpins avaient accumulés depuis 1884. Toutes les montagnes du Chablais sont les restes les moins morcelés d'une immense nappe de charriage [1]. M. Schardt abandonnait ainsi complètement l'hypothèse qu'il venait d'émettre [2] en 1891 et 1893.

La géologie du Chablais entrait dès cette époque dans une phase nouvelle.

La conception de la nappe recouvrante me parut d'abord inadmissible. Comment abandonner du jour au lendemain l'hypothèse qui paraissait la plus simple! Mais déjà après la campagne de 1894, je ne doutais plus de l'absence de racine sous le massif de la Brèche et je présentai alors une hypothèse intermédiaire [3]. De cette théorie peut-être trop délaissée dans la suite, quelques lignes d'ordre stratigraphique méritent d'être prises en considération. En 1895, de retour d'une campagne dans les montagnes exotiques des Annes et de Sulens, en Savoie, j'étais à peu près convaincu du recouvrement général des Préalpes superposées à des terrains plus jeunes qu'elles. Les faits observés dans ces *klippes* avaient seuls amené une conviction que les arguments alors trop incomplets de M. Schardt n'avaient pu étayer jusqu'à ce jour [4].

En rédigeant mon mémoire sur le Chablais pendant l'année 1895 (les planches ont été dessinées en 1894-1895, à une époque où je ne croyais pas à la possibilité du charriage), je m'aperçus que tous les faits étudiés étaient décidément contraires à l'hypothèse du pli circulaire ou de l'éventail imbriqué.

1. H. Schardt. Origine des Préalpes romandes. *Eclogæ geol. Helv.*, IV, p. 149, 1893.

2. H. Schardt. Excursion de la Société géol. suisse, etc. *Eclogæ geol. Helv.*, II, p. 528, 1890-1892. — Id. Coup d'œil sur la structure géologique des environs de Montreux. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XXIX, p. 241, 1893.

3. M. Lugeon. Sur l'origine des Préalpes romandes. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XXXI, p. xxx, 1895.

4. Je n'ai eu communication d'aucun document inédit provenant de M. Schardt ; il m'a remis seulement quelques échantillons de roches de la région même que je venais d'étudier, ce qui n'était guère de nature à exercer sur mes opinions une action décisive.

L'idée première du *horst* a donc été pour moi utile, ce fut une garantie, psychologiquement expérimentale. Ces faits, qu'une idée préconçue aurait pu dénaturer, venaient, au contraire, à l'appui de l'hypothèse des grandes nappes charriées, lorsque j'essayais pour la première fois d'en faire une synthèse complète. Les faits tectoniques surtout ont fait ma conviction, tant leur valeur est supérieure à celle des arguments stratigraphiques. En terminant mon ouvrage [1], où j'ai cherché à faire preuve de la plus grande impartialité, ma récapitulation fut influencée par l'autorité de mes maîtres de France. Ayant vu en trois années se succéder tant d'hypothèses et considérant ce qu'il restait encore à faire pour étayer solidement l'hypothèse du charriage, je n'ai pas osé conclure.

Quelques mois plus tard, après avoir pesé tous les arguments, je devenais et j'allais rester un défenseur fervent de la théorie des déplacements à distance de fragments de la couverture sédimentaire de l'écorce terrestre [2]. Depuis, ma conviction n'a fait que se consolider. Ainsi, dans ces quelques années, la géologie alpine a évolué avec une rapidité rappelant celle des temps où, dans un autre ordre d'idées, Buckland et Brongniart pénétraient dans les Alpes et où Studer faisait ses premières campagnes.

***

Aujourd'hui, après cinq ans de nouvelles recherches dans les Alpes, je pense être à même de modifier la théorie que j'ai développée, ou, pour mieux dire, je crois pouvoir en proposer une autre, dans laquelle le problème du Chablais n'est qu'un des facteurs. Ce n'est plus une partie du versant septentrional de la chaîne alpine qui a marché vers le nord en grandes nappes, c'est presque l'ensemble du versant qui regarde le nord qui est charrié. Je vais essayer de développer dans ces pages la thèse suivante : 1° *le front nord de la chaîne alpine, de l'Arve à Salzbourg, est formé par de grandes nappes superposées, qui couvrent complètement le vrai front autochtone caché en profondeur ;* 2° *le phénomène des grandes nappes se propage dans les régions profondes des gneiss.*

Je ne considère ce travail que comme une note préliminaire. Il est peu probable que je puisse donner la synthèse définitive, mais j'espère ouvrir ainsi une voie nouvelle à mes successeurs.

1. M. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais. *B. S. C. G. F.*, VII, n° 49, 1895-1896.

2. M. Lugeon. Les grandes dislocations des Alpes de Savoie. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XXXII, p. XXVII, 1896.

I. — Le pourtour des Préalpes

Là où les Alpes subissent leur grande courbure qui, de la direction française sud-nord, les amène dans la direction suisse ouest-est, un ensemble montagneux, tout autre par son aspect que ceux qui l'avoisinent, dépasse en deux saillies concentriques la ligne frontière assez régulière de la grande chaîne. Ces bourrelets proéminents, localisés entre l'Arve, le Rhône et l'Aar, constituent les *Préalpes* : d'une part les Préalpes du Chablais et d'autre part les Préalpes suisses.

1. — Contact des Préalpes et des Hautes Alpes

Si vers l'extérieur l'étrangeté de cette zone du Chablais apparaît au premier coup d'œil, il en est encore de même dans l'intérieur. Une ligne de cols très bien marqués sépare les Préalpes des *Hautes Alpes calcaires*. Celles-ci, qui forment le front des Alpes, aux deux extrémités des Préalpes, sont relayées par celles-là et s'étendent en arrière d'elles. Presque partout, *sauf en avant du massif des Diablerets*, les plis des Hautes Alpes disparaissent sous les terrains *plus anciens* des Préalpes. Les deux zones en présence diffèrent non seulement par les terrains qui les constituent, mais encore par les dislocations qu'on y découvre. Deux genres de *faciès* sont en présence, deux *styles* tectoniques se font vis-à-vis. Tous les auteurs sont d'accord sur ce point. Le problème stratigraphique et le problème tectonique de cette dualité demandent à la fois une solution. Cherchons tout d'abord à résoudre les questions relatives aux dislocations, et délimitons maintenant, dans ce sens, le domaine préalpin.

Malgré la position singulière des Diablerets, on peut établir une première loi : *Les plis des Hautes Alpes calcaires disparaissent sous les Préalpes.*

Marchons de la vallée de l'Arve vers celle de l'Aar. L'anticlinal droit de Cluses, appartenant au régime des Hautes Alpes, s'enfonce sous le Flysch de la prolongation nord du Désert de Platé. Or, directement sur le Flysch qui recouvre ce pli, s'étendent des lambeaux de terrains plus anciens de Trias, appartenant au massif du Chablais. Ainsi qu'il résulte des travaux de Maillard, de M. Ritter et des miens, ce pli semble ressortir à Barmaz dans la vallée de Champéry. Entre ces deux points, le pli du Bostan s'enfonce, près de Samoëns, sous la masse de la Brèche du Chablais (fig. 2, pl. XIV). Dans la vallée du Rhône, le phénomène est d'une ampleur

grandiose. Sous les masses triaso-jurassiques de Tréveneusaz, on voit sortir deux plis des Hautes Alpes, à Collombey et à Muraz (fig. 1, pl. XIV).

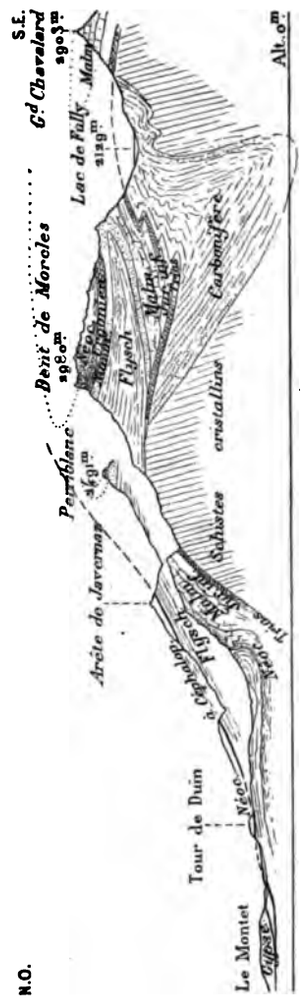


Fig. 1. — Coupe du contact des Hautes Alpes et des Préalpes en avant de la Dent de Morcles. Echelle 1/100.000.

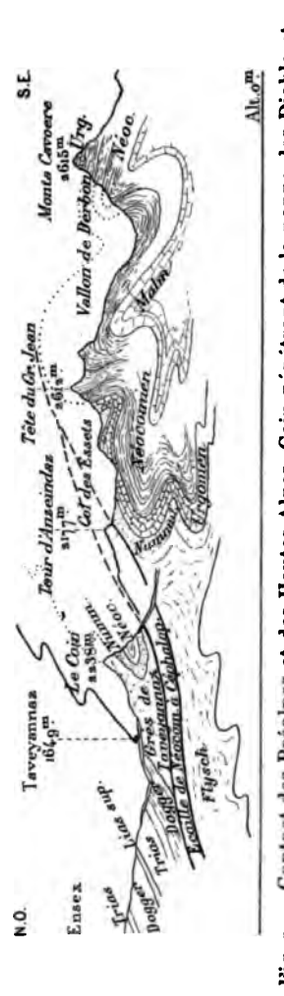


Fig. 2. Contact des Préalpes et des Hautes Alpes. Coin pénétrant de la nappe des Diablerets dans les terrains préalpins au-dessus de la nappe couchée et plissée du massif Dent de Morcles-Grand Muveran. — Echelle 1/100.000.

Le phénomène si simple jusqu'ici, se complique entre le Rhône et les Diablerets.

En complétant en un seul point la carte de M. Renevier [1], nous pouvons cependant nous assurer de sa continuité.

1. Cette description peut être suivie sur la feuille XVII, au 100.000e, de la Carte géologique suisse, légèrement modifiée comme suit : Dans la grande

Je tiens, avant d'aller plus loin, à rendre un juste et légitime hommage à mon maître, l'auteur de la Monographie des Hautes Alpes vaudoises. Les déductions nouvelles qui vont être développées, je les dois au travail de M. Renevier, tant à son livre, qu'à sa carte au 1/50.000. Sans ces œuvres, où les faits ont été accumulés avec une grande impartialité, il ne m'aurait pas été possible de définir si rapidement les dislocations d'ensemble de ces montagnes.

Dans la région des Alpes de Bex, les Préalpes sont limitées par une écaille de Néocomien à Céphalopodes, reposant sur le Flysch des Hautes Alpes. La superposition est évidente dans les collines de Chièvre, où le monticule de la Tour du Duin, constitué par ce Néocomien, repose sur le Flysch, en formant un petit lambeau isolé (fig. 1). Ce lambeau n'est qu'un fragment de l'écaille qui remonte jusqu'aux hauteurs de Javernaz. Lorsque l'on est placé sur les collines de Chièvre, on voit très bien le flanc normal inférieur du grand pli couché de Morcles former un grand genou sous le Flysch qui supporte l'écaille.

Si maintenant nous étudions une coupe un peu plus interne (fig. 2), nous constatons que le grand pli couché de Morcles s'est abaissé considérablement. *Le Flysch du noyau synclinal a disparu* ; il est *caché* dans la profondeur, et en avant de la charnière du pli couché, charnière si admirablement visible dans l'arête d'Argentine [1], nous continuons à constater le repos du Néocomien

étendue de Néocomien qui est au nord du massif de la Dent de Morcles, de même que dans celui qui forme les collines de Chièvre (collines isolées dans la vallée du Rhône, entre Lavey, Chatel et Bex), il y a lieu de prolonger la bande de Flysch, qui longe le pied d'Argentine et passe par Ausannaz, jusqu'à la Rosseline et de là par les ravins qui descendent sur Chatel, jusqu'aux collines de Chièvre. Cette bande de Flysch sépare donc *complètement* les terrains des Hautes Alpes de ceux des Préalpes (Voir E. Renevier. Monographie des Hautes Alpes vaudoises, p. 451, 452). La description peut être aussi suivie sur la Carte géologique des Alpes vaudoises à 1/50.000, par M. Renevier.

1. C'est le fameux phénomène que M. Renevier a décrit sous le nom de *torsion hélicoïdale* des couches, parce que les couches sont renversées sous le Lion d'Argentine (Renevier, *loc. cit.*, coupe n° 9), verticales plus loin et normales au col des Essets, sous la tour d'Anzeindaz. La torsion hélicoïdale n'est qu'une apparence trompeuse due à l'érosion, qui a coupé la charnière *obliquement* à sa direction. Si l'on prend une ligne oblique à l'axe du pli, on peut évidemment croire à la torsion, mais si l'on a soin de suivre une ligne qui soit un lieu géométrique par rapport à l'axe du pli, c'est-à-dire une parallèle à cet axe, on s'aperçoit qu'il n'y a pas torsion. M. Renevier s'est expliqué plus tard à propos de ce plissement : « L'affleurement urgonien présente ainsi une apparence de torsion hélicoïde qui résulte de l'obliquité des plis par rapport à l'érosion. » (E. Renevier. Excursion de la Soc. géol. suisse dans les Alpes vaudoises, p. 91).

à Céphalopodes sur le même Flysch ou le Nummulitique des Hautes Alpes. Une coupe un peu plus interne encore nous montre cet enfouissement graduel du pli de Morcles : *on ne voit plus à la surface du sol que le flanc normal supérieur du pli* (coupes 6 et 7 de M. Renevier). Ce flanc normal est lui-même plissé par des plis de forme jurassienne ayant déjà une assez large amplitude. Ces plis ont longtemps caché la vraie nature du plissement profond, qui est toujours le grand pli couché de Morcles, peut-être plus atténué, mais toujours existant (fig. 3, coupe AA). Les études de M. Ritter [1] nous ont montré que le grand pli couché de la Dent du Midi ne s'éteignait pas si rapidement qu'on le pensait vers le sud-ouest. Il en est de même du pli de Morcles vers le nord-est. Il n'est pas remplacé, ainsi que le pense M. Haug [2], par une série de plis droits. Ceux-ci ne sont que des accidents de la couverture du pli principal, qui reste le grand pli couché de la Dent du Midi-Dent de

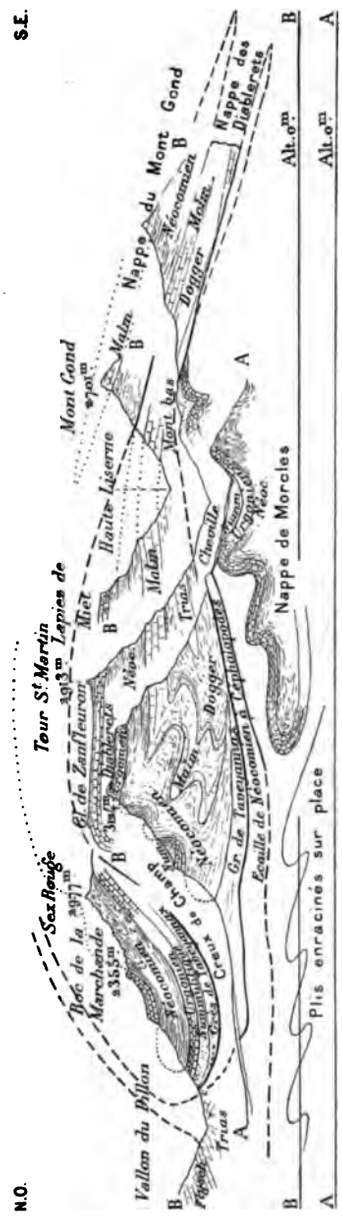


Fig. 3. — Les trois grandes nappes superposées des Hautes Alpes. Les plis frontaux sont en retrait les uns par rapport aux autres. Les deux nappes supérieures recouvrent l'écaille de Néocomien à Céphalopodes des Préalpes. — Echelle 1/100.000. — A cause de l'inflexion des nappes dans le sens opposé à l'observateur, la coupe BB a été relevée de 500 mètres. Les coupes se présentent donc comme si la grande inflexion des nappes et de leurs plis n'existait pas.

1. E. Ritter. La bordure sud-ouest du Mont-Blanc. *B. S. C. G. F.*, IX, 1897-1898.

2. Haug. Etude sur la tectonique des Alpes suisses. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 560, 1896.

Morcles. L'écaille de Néocomien à Céphalopodes repose donc tour à tour sur le flanc normal inférieur du grand pli (fig. 1), c'est-à-dire forme pour ainsi dire son noyau synclinal, puis en avant de la charnière, enfin à la Tour d'Anzeindaz et plus loin, sur le flanc normal supérieur ! (fig. 2). La loi du repos anormal des Préalpes sur les Hautes Alpes ne présente donc en avant du massif de Morcles aucune exception.

Cependant, *sur* l'écaille de Néocomien à Céphalopodes s'étend le grand massif des Diablerets, qui relaye le massif de Morcles. Nous devons cette notion du relayement à M. Haug. C'est lui qui a signalé pour la première fois l'importance de cet accident considérable, en se basant sur les faits accumulés avec beaucoup de rigueur par M. Renevier. Mais mon explication diffère de celle donnée par mon savant collègue [1]. J'ai déjà indiqué très sommairement ma manière de voir [2]. Je vais la développer plus amplement, afin de montrer que le repos anormal des Préalpes est indiscutable.

Là encore ce sont les érosions qui viennent troubler la nature pourtant si simple du phénomène. M. Haug a voulu voir dans les Diablerets des plis à direction N.E.-S.O., déversés à l'ouest sur le massif de Morcles ; celui-ci — je viens de le faire voir — doit être considéré, dans son ensemble, comme un grand pli couché, agrémenté de plissements secondaires de la carapace du flanc normal supérieur. Pour moi, *le massif des Diablerets forme dans sa totalité un grand pli couché, de la même nature que celui de Morcles et simplement superposé à ce dernier.*

Sur le grand pli couché de Morcles et de la Dent du Midi il a dû exister un deuxième pli tout aussi considérable, mais il a été entièrement détruit par l'érosion. Comme le noyau cristallin de la prolongation des Aiguilles-Rouges, sur lequel repose le pli de Morcles, s'enfonce vers le nord-est [3], sitôt que les altitudes deviennent assez basses, la masse du pli supérieur occupe alors la surface du sol, couvrant complètement et définitivement le pli inférieur, et *couvrant en même temps avec ce dernier l'écaille de Néocomien à Céphalopodes*, ainsi que l'a du reste très justement remarqué M. Haug.

Etudions cette question en détail :

1. E. Haug. Etude sur la tectonique des Alpes suisses. *B. S. G. F.*, (3), XXIV.
2. Lugeon. Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Annales de Géographie*, vol. X, p. 415, 1891.
3. Id., id., pl. 37, p. 414.

M. Haug, dans la carte tectonique qui accompagne son travail, se basant sur les travaux de M. Renevier, fait décrire aux charnières des plis des Diablerets des sinuosités à concavité dirigée vers l'est.

Appuyons-nous sur ces mêmes travaux.

La direction vraie du synclinal de la Pointe de la Houille est à peu près S.O.-N.E. En effet, en examinant la grande paroi des Diablerets qui domine Anzeindaz sur la photographie de l'ouvrage classique de M. Renevier [1], on voit cette paroi orientée ouest-est, à peu près comme le pli. Si celui-ci est déversé vers le nord, sa charnière doit être, cela est évident, coupée très obliquement par la paroi; c'est ce que l'on constate d'ailleurs en examinant la longueur de l'affleurement de l'Urgonien de la charnière. De quel côté le pli se continue-t-il, sinon vers le sud-ouest, c'est-à-dire au-dessus du massif de Morcles? Or M. Haug admet que ce pli a une direction nord-sud. D'où peut provenir une telle différence d'interprétation? M. Haug se base sur une coupe de M. Renevier (cliché 24, p. 211; reproduit par M. Haug, fig. 4), où l'on voit le pli en question déversé non seulement vers l'ouest, comme le voudrait M. Haug, mais même vers le sud. A cette interprétation des coupes de M. Renevier opposons M. Renevier lui-même; dans la coupe 5 de son ouvrage, il dessine ce même pli *très nettement déversé et même plongeant vers le nord*. Ce cliché est le résultat d'une double erreur graphique, très excusable, qui a échappé à l'auteur, celui-ci n'ayant guère eu en vue par ce croquis, ainsi qu'il résulte de la lecture du texte, que de fixer exactement la position des couches fossilifères. Si l'on essaye de faire la même coupe nord-sud, on constate que le pli s'ouvre au nord, puisque la charnière synclinale se trouve dans la paroi qui regarde vers le sud! (voir la photographie de M. Renevier). De plus, l'erreur est double, comme je l'ai dit plus haut, car l'auteur ajoute dans ce même croquis un anticlinal couché vers le sud. Or, si dans sa coupe n° 5, M. Renevier ne se prononce pas sur ce point, la photographie citée plus haut nous enlève toute incertitude. Ne voit-on pas à droite un anticlinal de Malm coupé, grâce à un contrefort (voir la carte géologique des Alpes vaudoises au 1/50.000), transversalement à sa direction! Or c'est vers le nord que regarde exactement cette charnière. Où pouvait donc se continuer ce pli, sinon vers l'ouest, c'est-à-dire *par dessus* le massif de Morcles? L'on pourrait faire le même raisonnement avec le petit synclinal de Culan, avec l'anticlinal de Chatillon et du Coin

1. E. Renevier. Monographie des Hautes Alpes vaudoises, Pl. II.

(fig. 2). Cela suffit pour démontrer que les plis de la Lizerne (Mont Gond) ne sont pas déversés vers l'ouest, que ce ne sont pas de simples anticlinaux déjetés, mais que c'est l'ensemble d'un très grand pli couché vers le nord-ouest, formant toute la masse des Diablerets. La Lizerne a coupé le pli par une vallée descendant suivant une ligne à peu près parallèle à la ligne de plus grande pente de la surface moyenne du grand pli couché. C'est une vallée transversale d'un genre spécial. Elle s'écoule en entamant les plis de la nappe supérieure du grand pli couché de Morcles, dont le noyau synclinal est caché en profondeur, en tranchant en même temps entièrement, dans sa partie supérieure, toute la nappe des Diablerets, du Flysch au Trias, parallèlement à la direction de poussée. C'est donc une vallée à la fois transversale et monoclinale ! J'ai montré que c'était là la disposition générale des vallées alpines dans les grands plis couchés [1]. Partout semble régner la même harmonie dans ce dédale apparent des Alpes. Et de même que l'on pourrait, dans la vallée de l'Arve, construire les courbes de raccord des plis (« Luftlinien ») transversalement à la vallée, si l'on ne possédait pas les importants travaux de M. E. Ritter, de même pourrait-on commettre la même erreur dans le cas qui nous occupe. De cette démonstration, montrant que la charnière du noyau jurassique du pli est tournée vers le nord-ouest, il résulte que tout le pli a été poussé vers le nord-ouest.

Ainsi la masse des Diablerets forme bien un grand pli couché superposé à celui de Morcles (fig. 3).

Quand j'aurai terminé l'étude des Alpes qui s'étendent des Diablerets à la Kander, je donnerai de ces faits une démonstration absolue, si la courte esquisse ci-dessus laisse encore subsister des doutes.

Aux Diablerets, du reste, nous retrouvons absolument les mêmes allures tectoniques que celles qui ont été décrites par M. Ritter dans le Mont Joly. Le grand pli couché des Diablerets n'est peut-être que la réapparition du pli VI de M. Ritter, pli supérieur au pli de la Dent du Midi-Dent de Morcles ; ce pli VI « très manifeste sur les deux versants du massif de Platé, disparaît plus loin au nord-est, enlevé par l'érosion » [2]. C'est lui, ou son homologue, que nous retrouvons dans la nappe des Diablerets, sitôt que les altitudes de la grande zone d'abaissement des plis entre les massifs des Aiguilles-Rouges et du Finsteraarhorn sont devenues suffisam-

1. Lugeon. Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Ann. de Géographie*, p. 409, 1901.

2. E. Ritter. Le massif du Haut Giffre. *B. S. C. G. F.*, t. X, p. 21, 1898-1899.

ment basses pour qu'il ait été respecté par l'érosion. Ainsi la complication étrange qui se présente dans le contact des Préalpes et des Hautes Alpes, dans les environs des Diablerets, s'explique facilement si l'on fait intervenir le grand pli couché qui n'avait pas encore été défini jusqu'à ce jour.

Ce pli pénètre comme un coin dans la partie interne des Préalpes (fig. 2). A Anzeindaz, en effet, le Néocomien à Céphalopodes s'enfonce dans la direction de la grande paroi des Diablerets, tandis qu'à Taveyannaz le Dogger repose sur les grès verts éocènes.

C'est donc grâce à la grande entaille du Pas-de-Cheville, due à l'érosion, que nous pouvons à la fois connaître l'existence du grand pli couché des Diablerets et la pénétration si profonde sous ce pli des Préalpes, représentées ici par l'écaille de Néocomien à Céphalopodes. Plus à l'ouest, à Sergnement, les grès de Taveyannaz du Nummulitique reposent même sur une écaille de Trias.

Si cette profonde dépression du Pas-de-Cheville n'existait pas, rien, à la surface du pays, ne nous indiquerait l'existence de la grande nappe des Diablerets, de même que rien à la surface du flanc normal du pli de Morcles, lorsqu'il disparaît sous le pli des Diablerets, ne nous révèle l'existence de sa continuation en profondeur. Nous n'y voyons que des plis simples, à peine déjetés, même droits. Ce n'est qu'au delà de la grande zone d'abaissement, d'ennoyage des plis, lorsque celle-ci se relève en avant du Balmhorn, que l'on peut espérer voir ressortir le pli de Morcles. Dans quelques années je serai à même, je l'espère, de m'expliquer sur cette hypothèse, qui peut paraître aujourd'hui hasardée. Elle se base sur des données intéressantes, que je possède déjà, mais elle a surtout pour elle l'appui que lui donne la persistance du phénomène des grands plis couchés, amorcé par M. Ritter dans le Mont Joly et que je poursuis jusqu'à la Kander.

Ainsi que le montre la figure 3, la charnière du pli des Diablerets dépasse de beaucoup celle du pli de Morcles. Nous verrons plus tard l'*importance considérable* de ce fait.

Mais ce n'est pas tout ; lorsque l'on observe les parois du flanc droit du grand cirque du Creux de Champ, situé en avant des Diablerets, on voit un grand pli couché de Néocomien, dans le noyau duquel est taillé le Sex Rouge (fig. 3, coupe B). M. Renevier a très nettement dessiné, sur la carte, ce pli [1], qui, au premier abord, semble faire partie de la nappe des Diablerets, comme une sorte de pli supérieur un peu plus avancé. En réalité, ce n'est

1. Renevier. Monographie des Hautes Alpes vaudoises, cliché 40, p. 266.

point le cas. En effet, si l'Urgonien renversé de ce pli devait rejoindre l'une des barres urgoniennes de la paroi nord des Diablerets, ce ne pourrait être que celle qui couronne le sommet de cette dernière montagne. Or il ne peut en être ainsi, puisque les Diablerets, au lieu d'être recouverts par du Néocomien, ce qui, dans cette alternative, serait indispensable, présentent au contraire des lambeaux de Nummulitique (au sommet et à la Tour de Saint-Martin). Ainsi toute la masse du Sex Rouge forme *la tête anticlinale* ou, si l'on veut, *le pli frontal d'une troisième nappe superposée à celle des Diablerets !*

Comme cette dernière, comme celle de Morcles, cette nappe ne se révèlerait pas à la surface du pays, si de profondes entailles ne nous démontraient son existence. Les coupes du Sanetsch publiées par M. Renevier ne montrent en effet que des plis déjetés, analogues à ceux que montre la carapace, c'est-à-dire le flanc normal, des nappes des Diablerets et de Morcles. C'est le Creux de Champ qui, entaillant si profondément la montagne, nous dévoile sa curieuse structure. Les plis du Schlauchhorn, du Sanetsch, et, plus loin, les plis du Wildhorn et du Wildstrubel ne sont que les détails superficiels d'une nappe de recouvrement considérable.

Où s'amorce la troisième nappe dont nous venons d'établir l'existence ? C'est dans le Mont Gond que nous trouvons le noyau jurassique. En effet, le Nummulitique et l'Urgonien, qui forment le couronnement des Diablerets et les lapiés de Zanfleuron, disparaissent tour à tour, près de Miet, sous le Néocomien du Mont Gond. Ce terrain passait donc au-dessus des Diablerets pour rejoindre le pli plongeant du Sex Rouge (fig. 3, coupe B). La démonstration est encore plus rigoureuse si nous suivons le Néocomien du Sex Rouge par l'Oldenhorn, le Sanetschhorn, le col du Sanetsch, pour le poursuivre jusqu'au Mont Gond. Il y a toujours continuité. Or, dans la dépression que représentent les lapiés de Zanfleuron, entourés de montagnes néocomiennes, nous trouvons le Nummulitique reposant normalement sur l'Urgonien. Ceci serait inexplicable si le grand pli couché dont je pense avoir établi la réalité n'existait pas.

Nous avons vu que la nappe des Diablerets dépassait celle de Morcles ; celle du Mont Gond-Wildhorn dépasse à son tour celle des Diablerets. J'insiste dès maintenant sur la régularité de ce « *déferlement* » vers le nord, toujours plus accusé au fur et à mesure que nous montons dans les nappes supérieures. Nous en tirerons bientôt un argument d'une puissance considérable en faveur de l'origine lointaine des Préalpes romandes.

A partir du Creux de Champ, c'est la nappe du Mont Gond qui vient en contact avec les Préalpes. Cette disposition ne cesse plus jusque dans la vallée d'Adelboden et sans doute jusqu'au lac de Thoune. La nappe s'enfonce sous les Préalpes avec une régularité qui ne laisse aucun doute sur sa nature. M. Quereau [1] l'a montré dans la vallée de la Lenk. Je l'ai indiqué aussi dans mon ouvrage sur le Chablais et j'ai, en outre, mentionné que les plis des Hautes Alpes (qui ne sont donc que les plis superficiels du flanc normal de la grande nappe du Mont Gond-Wildhorn-Wildstrubel) disparaissaient en oblique, tour à tour, sous la nappe préalpine. Cette superposition paraît extrêmement simple en surface, mais nous ne savons pas s'il n'existe pas en profondeur des accidents aussi singuliers que celui de l'écaille de Néocomien à Céphalopodes des Alpes Vaudoises. Les progrès des sciences géologiques nous feront peu à peu connaître dans leurs détails ces accidents ; pour le moment il me suffit d'avoir établi nettement que *les Hautes Alpes s'enfoncent en grandes nappes sous la masse préalpine.*

2. — Contact des Préalpes et de la région molassique

Je n'insisterai pas particulièrement ici sur le repos anormal du bord interne des Préalpes sur la Molasse. Partout, ce dernier terrain disparaît sous les Préalpes, sans excepter le Môle, pour lequel je me suis trouvé en contradiction avec M. Marcel Bertrand. Cette montagne repose bien sur un substratum molassique; au-dessus d'Eponney, près d'Aïse par exemple, la Molasse s'enfonce sans aucun doute et très visiblement sous la cargneule du Trias. Cette manière de voir est d'ailleurs fortifiée par les résultats de mes nouvelles études : toutes les fois que j'ai pu parcourir à nouveau le front des Préalpes, je n'ai trouvé que la confirmation de cette loi déjà formulée : *les Préalpes reposent partout sur un substratum tertiaire.*

II. — Les zones tectoniques indépendantes des Préalpes

Lorsque l'on examine la fig. 1 de la pl. XIV, on voit que nous distinguons seulement deux zones indépendantes très nettement superposées : celle des *Préalpes médianes* et sur elle celle de la

1. Quereau. Ueber die Grenzzone zwischen Hochalpen und Freiburger Alpen im Bereiche des oberen Simmenthales. *Naturf. Gesellsch. z. Freiburg i. Br.*, Bd. IX, H. 2, p. 122. 1899.

Brèche. J'ai suffisamment insisté sur la différence stratigraphique de ces deux régions pour qu'il soit inutile de m'étendre encore ici sur ce même sujet. Ce sont les relations tectoniques qui doivent maintenant fixer notre attention.

1. — Amincissement des Préalpes médianes vers le sud dans le Chablais

Admettons que la région de la Brèche forme une nappe de recouvrement. Examinons comment s'établit le contact avec les couches sous-jacentes du côté sud. Dans la coupe, fig. 1, pl. XIV, on voit que les Préalpes médianes existent très développées sous la région de la Brèche. L'épais massif de Tréveneusaz n'est nullement écrasé. Une grande corniche regarde du côté de la Dent du Midi. En consultant la carte géologique au 1/80.000 (feuille de Thonon) et en comparant la fig. 1, pl. XIV avec la fig. 2, pl. XV, on voit que les couches des Préalpes médianes sont laminées peu à peu vers l'ouest, la grande masse de Tréveneusaz étant réduite, au col de Morgins, à une simple écaille. Quelques kilomètres plus loin, à la Pointe de l'Haut (fig. 1, pl. XV), on ne trouve plus que quelques blocs épars représentant ces Préalpes médianes, et enfin, au col de Coux, ces dernières ont totalement disparu. Il est incontestable que cette disparition est le fait d'un laminage intense. Donc, *en passant sous le massif de la Brèche, les Préalpes médianes s'amincissent de plus en plus du nord vers le sud.* Le massif de Tréveneusaz semble faire exception; ce qui résulte en partie de la profonde coupure de la vallée du Rhône. C'est-à-dire que le massif de la Brèche, étant ici plus restreint *à cause des érosions*, ne couvre plus entièrement les Préalpes médianes vers le sud. Le massif de Tréveneusaz nous montre ce que doivent être ces dernières sous le massif de la Brèche, là où on ne les voit pas, par exemple entre Saint-Jean-d'Aulph et le col de Coux (fig. 2, pl. XV). Cette absence des Préalpes sous la Brèche est prouvée par l'existence, au sud du massif de Tréveneusaz, à Champ Long [1], d'un lambeau de recouvrement du massif de la Brèche (fig. 2, pl. XV), reposant directement sur le Flysch des Hautes Alpes. C'est le même Flysch sur lequel, plus au nord, repose le massif de Tréveneusaz par l'intermédiaire de la Molasse rouge. Telle est la raison pour laquelle, dans l'hypothèse générale du charriage, je rapproche

1. M. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, pl. VIII, et carte au 1/80.000.

les deux plans de chevauchement dans la direction du sud (fig. 1, pl. XIV).

Sans doute, je ne veux point affirmer que cet amincissement des Préalpes médianes jusqu'à leur disparition totale doive être la règle absolue, mais j'estime qu'elles tendent à s'amincir ainsi. Cette interprétation paraît encore plus légitime si on étudie la vallée du Giffre, où j'ai pu suivre pas à pas, de la région à l'ouest de Taninge jusqu'au col de la Golèze (fig. 3, pl. XV), cet écrasement parfaitement visible. La Pointe d'Orchez *repose* sur le Flysch des Hautes Alpes. Que sont donc devenues les Préalpes médianes à Taninge ? Elles ne sont plus représentées que par une lame de Crétacique (coupe 4, pl. XV), et plus loin elles disparaissent complètement.

2. — La zone bordière

En avant des Préalpes médianes existe une zone totalement indépendante, formée, dans les Voirons et les Pléyades, par des bandes de Malm ou de Crétacique enveloppées dans le Flysch. Cet ensemble qui repose sur la Molasse disparaît sous le Trias des Préalpes médianes.

Si dans les deux montagnes la structure peut être et a été longtemps interprétée comme étant le résultat de simples plis déjetés, combien est différente la réalité lorsque l'érosion nous permet d'établir le régime des vraies dislocations, comme dans les collines du Faucigny, si magistralement décrites par M. Marcel Bertrand [1].

De même, l'étude fort intéressante de M. Ch. Sarasin sur les environs de Châtel-Saint-Denis [2] nous apprend que les dislocations doivent être envisagées comme des écailles superposées. Il n'y a, à proprement parler, plus de plis. Dans les collines du Faucigny, les lacunes tectoniques sont la règle. Là, l'absence fort heureuse de Flysch nous laisse voir la vraie nature des dislocations, cachées aux Voirons par le manteau trompeur de ce terrain.

Or c'est justement sur les Voirons que M. Haug [3] s'appuie pour dire que notre interprétation est invraisemblable. Seuls, en effet, les Voirons ne peuvent nous donner des documents bien péremptoires, puisque tout l'intérieur de leur sol nous est caché. Mais

1. M. Bertrand. Le Môle et les collines du Faucigny. *B. S. C. G. F.*, n° 32, 1892-1893.

2. Ch. Sarasin. Les formations infracrétaciques de la chaîne Pléyades-Corbettes-Niremont. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e pér., t. XII, nov. 1901.

3. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses *Bull. Soc. vaud.*, XXXV, p. 155, 1899.

cette constitution interne nous pouvons la définir si nous étudions les montagnes qui bordent l'Arve en avant du Môle.

Il a fallu toute la science tectonique de M. Marcel Bertrand pour arriver à déchiffrer et à décrire la vraie nature du sol des collines du Faucigny et par conséquent de la zone bordière. De son côté, M. Sarasin arrive à la conclusion qu'il s'est produit un chevauchement considérable de cette zone bordière sur la Molasse. C'est là la confirmation de ce que j'ai écrit à propos des collines du Faucigny.

Voyons maintenant comment se comporte cette zone bordière vis-à-vis des Préalpes médianes ? *Tout comme ces dernières, qui sont laminées sous la région de la Brèche, la zone bordière s'écrase jusqu'à une disparition totale sous les Préalpes médianes.*

Je viens de donner la démonstration de cette loi en me basant sur ce qui se passe dans les collines du Faucigny et dans les Pléyades. J'insisterai encore sur ces dernières. Rien n'est plus évident, dans la région de Montreux, que la pénétration de la zone bordière sous les Préalpes médianes. Or, de l'autre côté du Léman, entre le Bouveret et Saint-Gingolph, M. Schardt a le premier fait remarquer que les chaînes médianes reposent directement sur la Molasse rouge, cette même Molasse sur laquelle est couchée, sur l'autre rive du lac, la zone bordière. Il faut donc bien que cette dernière ait disparu, c'est-à-dire qu'elle soit totalement laminée. Si nous ne la retrouvons plus au Bouveret, c'est qu'ici l'érosion a atteint plus en arrière la nappe des Préalpes médianes; ce qui est démontré par l'absence des plis que l'on voit sur la rive vaudoise du Léman, où la création de la fosse du Léman a moins indenté la grande nappe de charriage. Nous sommes au Bouveret dans une partie plus interne du plan de recouvrement, et il est évident que, si la zone bordière est absente, c'est qu'elle a été laminée.

On voit donc qu'une très grande harmonie règne dans ces dislocations. Comme les Préalpes médianes sont laminées sous le massif de la Brèche, de même la zone bordière est laminée sous les chaînes médianes.

3. — La zone interne

La zone interne forme une série d'écailles implantées dans le Flysch, ainsi que M. Roessinger [1] et moi l'avons prouvé, ainsi que je l'ai indiqué sur place à la Société géologique de France dans la

1. M. Lugeon et G. Roessinger. Géologie de la haute vallée de Lauenen. *Arch. Sc. phys. et nat.*, 4e pér., t. XI, janv. 1901.

montagne de Culet. M. Schardt a aussi insisté sur les dislocations particulièrement violentes que cette région a subies dans la région de Bex. Je crois avoir démontré que cette dernière région, en s'enfonçant avec l'énorme épaisseur de Flysch du Niesen qui l'accompagne, est *laminée en profondeur sous les Préalpes médianes jusqu'à sa disparition totale.*

Je me suis appuyé pour cela sur ce qui se passe dans la région de Bex. L'écaille la plus inférieure est celle formée par le Néocomien à Céphalopodes. Il repose sur le Flysch des Hautes Alpes et est recouvert par du Trias. Quand des Hautes Alpes nous pénétrons dans les Préalpes, nous constatons la disparition de cette lame de Néocomien dans les environs de Bex, où le Trias repose alors directement sur le Flysch (fig. 1).

Maintenant, si nous quittons la région de Bex, où la zone interne est si développée, pour passer sur l'autre versant de la vallée du Rhône, nous constatons que cette zone interne, *qui partout, du Rhône à l'Aar, disparaît sous les Préalpes médianes*, n'existe plus. Qu'est-elle devenue, car ici les Préalpes médianes reposent, par l'intermédiaire, il est vrai, de la Molasse rouge (que plusieurs géologues ont du reste la tendance à attribuer à un niveau supérieur du Flysch), sur le Flysch des Hautes Alpes? Sur la rive gauche du Rhône l'érosion a atteint plus profondément la nappe entière des Préalpes, comme on le constate par l'apparition des plis profonds à faciès helvétiques de Collombey (fig. 1, pl. XIV).

Cette circonstance exceptionnelle nous permet justement de constater l'absence complète de la zone interne. Ce n'est que plus loin, dans la montagne de Culet, qui domine Champéry, que réapparaît cette zone interne sous la forme d'écailles. Elles se laminent aussi en profondeur, dans le Flysch, substratum de la région de la Brèche, car les Préalpes médianes, ainsi que nous l'avons vu, sont ici écrasées. Je laisse à mon élève M. Roessinger, le soin de démontrer avec les détails les plus précis, dans un travail qui va bientôt paraître, ce laminage en profondeur de quelques-unes des écailles assez entamées par l'érosion des environs de Lauenen, dans le canton de Berne.

M. Haug cherche à expliquer cette absence de la zone interne dans le bas du Val d'Illiez en se plaçant à un tout autre point de vue, lorsqu'il essaie de démontrer l'existence de l'éventail composé imbriqué [1] dont je nie complètement l'existence.

Il écrit ceci : « à l'approche de la vallée du Rhône, tous les

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaud.*, XXXV, p. 156, 1899.

accidents de la zone des cols tournent à peu près à angle droit, passant de la direction N.E.-S.O. à la direction S.E.-N.O., pour venir se raccorder avec les plis de la vallée de la Grande-Eau, grossièrement parallèles à ceux de la zone des cols, mais déversés en sens inverse ». Ainsi, en regard de la vallée du Rhône, la zone interne se plisserait dans la direction de la vallée; les plis ne seraient pas assez étendus vers l'ouest et cela nous expliquerait la non existence de cette zone sous le massif de Tréveneusaz. M. Haug étaye son opinion sur des arguments tirés de l'étude des cartes, tandis que les résultats que j'ai obtenus par l'étude du terrain lui-même me font rejeter absolument l'hypothèse de mon confrère. Là encore l'erreur provient, ainsi que l'a du reste pressenti M. Haug, d'une part de la confusion graphique qui s'est présentée à ses yeux entre la direction des couches et leur intersection à la surface, tout comme dans son explication des Diablerets ; puis, d'autre part, de l'oubli de l'existence des inflexions transverses. Ce sont ces dernières qui ici viennent encore compliquer le problème.

On sait que la partie inférieure de la vallée du Rhône s'écoule suivant l'axe d'une ondulation transversale [1]. A la hauteur d'Aigle, en remontant, l'ondulation quitte la vallée et pénètre dans les montagnes de Bex. Les terrains situés entre cette ligne d'abaissement des plis et le Rhône doivent donc être généralement inclinés vers l'est. Or, comme il est d'usage de considérer le sens du déversement et par conséquent la direction de la poussée en se basant sur la ligne de plus grande pente des couches, il est évident qu'en ne connaissant pas l'existence de cette ligne d'abaissement, on commet l'erreur dans laquelle est tombé M. Haug.

Une autre ligne d'abaissement des plis et écailles existe encore à l'est de la Grande-Eau des Ormonts. Les couches plongent alors vers le nord-est dans les flancs droits de la vallée. On voit, intercalé dans le Flysch, une lame de terrain jurassique. C'est elle qui se prolonge de l'autre côté de la vallée dans le Chamossaire, qui est une écaille de la zone interne, débarrassée en grande partie, grâce à l'altitude, du manteau de Flysch qui la recouvrait en ce point et qui la recouvre encore dans sa partie nord. Cette écaille plonge légèrement au nord-est, mais cela ne signifie pas qu'elle soit déversée au sud-ouest vers la vallée du Rhône, puisque cette inclinaison vers le nord-est est due simplement à l'abaissement des plis. De plus, il est intéressant de savoir ce que devient cette écaille du Chamossaire. Elle se prolonge jusque dans la vallée de

1. Lugeon. Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Ann. de Géog.*, p. 410-415, pl. 37, 1901.

Lauenen, où M. Roessinger l'a retrouvée. Si donc, pour M. Haug, elle paraît être, dans le Chamossaire, le bord sud d'un massif à déversement périphérique, cela est exclusivement dû à son isolement, à l'altitude et à l'érosion. Cette écaille du Chamossaire, nous la retrouvons dans le Val d'Illiez. *C'est elle qui forme la zone indépendante liasique de Morgins et de la pointe de l'Haut.* On ne peut donc songer à voir une poussée vers la vallée du Rhône. De même que les plis des Préalpes médianes traversent la vallée du Rhône en y subissant une inflexion et un rebroussement, de même que les Hautes Alpes se continuent de la Dent de Morcles dans la Dent du Midi, de même aussi la zone interne se continue des Alpes vaudoises dans le Val d'Illiez. La disparition momentanée de la zone interne entre Troistorrents et Monthey, sous le massif de Tréveneusaz, n'est que la conséquence de l'amincissement en profondeur jusqu'à la disparition de cette zone interne.

Il est évident que ces conclusions s'adaptent également au substratum du Chamossaire.

Les montagnes gypsifères de Bex, situées au-dessous des couches du Chamossaire, présentent le même régime d'écailles que celui de la vallée de Lauenen, modifié par l'existence d'une ondulation synclinale transverse, et modifié de plus par une action tectonique, qui, jusqu'ici, n'avait pas encore attiré l'attention et sur laquelle je crois devoir insister.

En examinant la fig. 2, on voit que les Diablerets se terminent, pour employer une image commune, comme le soc d'une charrue planté dans le sol. Si l'on étudie la carte géologique avec l'idée que ces Diablerets constituent le front d'une nappe de recouvrement, on cherche où pouvait se continuer son bord marginal du côté de l'ouest. Il s'y prolongeait jusqu'à une distance que nous ne pouvons plus apprécier en raison de l'absence complète de tous débris lui appartenant. Un autre phénomène témoigne de l'existence de cette nappe en avant du pli de Morcles, en face de la région salifère de Bex.

La zone interne paraît relativement simple, lorsque l'on fait une coupe qui passe par le col du Pillon, parce que l'on n'aperçoit d'elle que la partie qui repose sur le front de la grande nappe du Mont Gond. Quand on fait une coupe qui passe par les Diablerets (fig. 3), la complication apparaît brusquement. Sur le « soc de charrue » et sous lui, l'on voit des écailles de la zone interne; la simplicité du col du Pillon n'est donc qu'apparente. Si l'érosion avait atteint de plus grandes profondeurs, l'on verrait sous la nappe des Diablerets, apparaissant sous celle du Mont Gond, la

continuation de l'écaille du Néocomien à Céphalopodes, c'est-à-dire la zone interne. Il est évident que, si cette zone interne, ainsi que nous l'avons montré, est subdivisée, digitée pour ainsi dire, par le soc pénétrant de la nappe des Diablerets, c'est certainement en avant de ce front de la nappe intrusive que l'écrasement, et par conséquent la complication, doit atteindre son maximum. Or, si dans la région située en avant de la nappe des Diablerets, là où cette nappe existe encore, nous ne commençons qu'à pressentir la dislocation du sol, poussée à l'extrême, et si en ce point nous ne pouvons pas voir l'endroit caché en profondeur, où le maximum est atteint, la région salifère de Bex nous montre l'effet produit. Là, par un heureux hasard, l'érosion a profondément excavé les montagnes, grâce à l'existence de la vallée du Rhône, grâce aussi au relèvement général du substratum cristallin sous le pli de Morcles, grâce enfin aux ondulations transverses de la vallée de la Grande Eau et à celle qui avoisine la vallée du Rhône. L'érosion a enlevé la prolongation du soc, mais elle a laissé en avant « la terre remuée par ce soc » : cette « terre bousculée par lui », c'est la région salifère de Bex, où les complications tectoniques atteignent le maximum, ainsi que nous l'a révélé à plusieurs reprises M. Schardt.

Ces étranges dislocations constituent donc un système déjà très étiré d'écailles nombreuses, compliqué par des ondulations transverses, au milieu duquel a pénétré une masse qui s'est enfoncée comme un coin. J'ai indiqué cette disposition de la masse pénétrante dans la fig. 2. Un peu plus à l'ouest, le coin n'est plus représenté que par les grès de Taveyannaz, qui appartiennent au Flysch, puis il disparaît, enlevé par l'érosion. Sa prolongation nous est révélée par les dislocations de la masse qui existe encore et qui se trouve en avant des masses refoulées par le soc disparu. Les Diablerets reposent sur l'écaille de Néocomien à Céphalopodes, puis, près de Sergnement, la Cargneule triasique s'intercale entre ce Néocomien et les grès de Taveyannaz, appartenant aux Diablerets. Cette Cargneule est recouverte plus loin par du Lias supérieur. Ce dernier s'infléchit, ainsi que l'a montré M. Renevier : à Colieux il est à peu près vertical ; dans le ravin d'Aiguerosse il repose sur la Cargneule. Il épouse ainsi le contournement du coin de grès de Taveyannaz de Porreyre. Nous pouvons donc montrer, dans la zone interne, l'amorce du contournement dû à la masse pénétrante. Il y aura lieu plus tard d'en rechercher plus loin l'effet.

4. — Influence des plis des Hautes Alpes

Nous avons vu que les Préalpes médianes du Chablais reposent, dans le bord qui regarde du côté des Hautes Alpes, sur le Flysch ou la Molasse rouge (Tréveneusaz), lorsque ces Préalpes ne sont pas cachées par la grande masse de la Brèche du Chablais. Dans les Alpes bernoises, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur le terrain, les chaînes médianes reposent, avec une grande régularité, sur la zone du Flysch du Niesen. Il en est ainsi des Spielgärten et de l'Amselgrat, près de Saint-Stephan. Là, les Préalpes médianes disparaissent sous la nappe recouvrante de la Hornfluh ; la corniche triaso-jurassique ne réapparaît au jour que dans le massif de la Gummfluh, toujours reposant sur le Flysch. Les exceptions ne commencent à se faire sentir qu'à partir de la vallée de l'Etivaz et jusqu'à la vallée du Rhône. M. Haug [1] s'est appuyé sur cette disposition locale pour infirmer la généralité d'un fait qui est incontestable aux yeux des géologues préalpins, à savoir la superposition anormale de toutes les Préalpes médianes sur le Flysch. « Si la limite extérieure des Préalpes médianes, dit-il, est en réalité une ligne de contact anormal qui se poursuit depuis le Môle jusqu'à Blumenstein, sans autre interruption que celle des dépôts pléistocènes et du lac de Genève, il n'en est pas de même de leur limite intérieure, de leur ligne de contact avec la zone de Flysch du Niesen. J'admets volontiers que de Wimmis à la Gummfluh le Trias qui constitue la base de la corniche limitant la zone médiane des Préalpes repose partout sur le Flysch du Niesen, quoique la démonstration n'en ait pas encore été fournie, mais il est incontestable que plus au sud c'est précisément l'inverse qui a lieu, et M. Schardt lui-même a publié une coupe qui montre que dans la vallée de la Grande-Eau, c'est au contraire le Flysch de la zone du Niesen qui repose sur le Trias. »

Cette exception incontestable est due à la répercussion lointaine des nappes des Diablerets et du Mont Gond dans les Préalpes. C'est M. Roessinger qui a attiré mon attention sur la relation, visible sur les cartes, des Diablerets et du renversement de la corniche des Préalpes médianes. Je crois pouvoir en donner maintenant l'explication.

En avant des masses encore existantes de ces nappes, on voit la

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses *Bull. Soc. vaud.*, XXXV, p. 150, 1899.

corniche des Préalpes médianes subir une inflexion remarquable. Elle est est-ouest dans la Gummfluh. Puis au Mont d'Or, qui représente la continuation incontestable de la Gummfluh, la direction devient N.N.E.-S.S.O. et, enfin, le long des rochers triasiques de la Cheneau, elle est N.E.-S.O.

Les exceptions n'apparaissent qu'au point où la direction change. Ainsi, entre la vallée de l'Etivaz et de l'Hongrin, la corniche triasique est en partie cachée par le Flysch du Niesen, qui vient ici recouvrir la corniche de Trias, alors qu'il pénètre sous lui dans la Gummfluh. Ce changement d'allure peut s'expliquer par l'existence d'un pli du substratum triasique des Préalpes médianes, ainsi que je le montre par la fig. 4, coupe B B.

Ce renversement se fait sentir exactement en avant de la pénétration dans le sol de la nappe du Mont Gond. C'est cette dernière qui, accompagnée de la nappe des Diablerets, a refoulé sur un parcours bien défini la zone interne. Nous savons que les relations normales des Préalpes et des Hautes Alpes souffrent une exception sous les Diablerets, grâce à l'avancement de la nappe que représente cette dernière montagne et de la nappe du Mont Gond.

En général, comme nous l'avons montré, les Préalpes reposent sur les Hautes Alpes. En général aussi, la zone interne disparaît sous les Préalpes; cela a lieu partout, sauf aussi en avant des Diablerets, et en avant de leur prolongation *virtuelle*. Je crois avoir prouvé qu'à l'ouest de la nappe actuelle des Diablerets, celle-ci se prolongeait sur le pli de Morcles; elle a été enlevée par l'érosion, elle est virtuelle, mais sa présence antérieure est accusée à la fois par les dislocations étranges de la région salifère de Bex et par le repos passager de la zone interne sur les Préalpes médianes, de l'Etivaz à la vallée du Rhône. En effet, si nous recherchons ce qui se passe à l'ouest de la vallée de l'Hongrin, nous voyons le Flysch du Niesen reposer sur le Mont d'Or, continuation de la Gummfluh [1]. Puis, entre le Mont-d'Or et la Grande Eau, la corniche triasique disparaît encore sous le Flysch, et, dans les flancs du Chamossaire, nous voyons le Trias plonger sous les écailles superposées qui constituent cette dernière montagne. Au bord de la vallée du Rhône, les couches sont verticales, puis brusquement elles deviennent horizontales dans la colline de Saint-Triphon, d'où elles rejoignent le massif de Tréveneusaz, sur lequel nous allons revenir plus loin. A partir de Saint-Triphon *la disposition anormale a cessé.*

On pourra élever une série d'objections à cette manière de voir,

1. E. Favre et Schardt. Description géologique des Préalpes du canton de Vaud, etc. *Mat. carte géol. suisse*, Liv. 22, pl. XVII, fig. 3.

bien que l'harmonie qui règne entre les relations de ces diverses masses indépendantes, nappe des Diablerets, zone interne et Préalpes médianes, soit, semble-t-il, d'une valeur telle que les contradictions n'auront à l'avenir que des bases bien peu solides. On pourra poser la question suivante : Pourquoi les nappes des Diablerets et du Mont Gond-Wildhorn, qui se prolongent dans l'ensemble de la région des Hautes Alpes bernoises, n'ont-elles qu'une influence locale, pourquoi n'ont-elles changé les relations réciproques des masses tectoniquement indépendantes que dans les Alpes de Bex et entre la Gummfluh et le Rhône ? La réponse à cette question n'est pas de l'ordre restreint des faits préalpins ; elle doit s'élever à des considérations générales sur la manière dont se comportent les grandes nappes de recouvrement. On a pu constater combien dans ces pages j'ai cherché à élargir le problème des Préalpes, en me basant sur des dislocations des Hautes Alpes. On conçoit facilement que le problème n'est plus localisé à la seule région qui est ici en discussion ; les Hautes Alpes entrent en jeu au même titre que les Préalpes, et l'on verra plus loin que ce sont elles qui nous donneront la réponse définitive. Je chercherai donc des points de comparaison dans d'autres régions des Alpes, puisque toute la chaîne paraît avoir été, dans son front nord, sous le coup des mêmes dislocations immenses.

Dans mon mémoire sur les Bauges [1] j'écrivais (p. 92) : « Ainsi des phénomènes extrêmement puissants peuvent se passer en profondeur sans qu'ils s'accusent à la surface autrement que par de grandes ondulations qui peuvent même à la rigueur être totalement absentes » ; puis plus loin (p. 110) : « ... dans les plis du Mont Joly, d'après les coupes de mon collègue M. Ritter, c'est bien en avant aussi, vers l'extérieur de la chaîne, que les charnières correspondant aux noyaux aigus anticlinaux profonds doivent être recherchées sous la forme des grandes boucles arrondies des couches superficielles. »

Toute la réponse au problème qui nous occupe se trouve dans ces deux phrases.

Ici, que sont les anticlinaux profonds ? Ce sont les nappes du Mont Gond-Wildhorn et des Diablerets. A l'est du col du Pillon, le pli frontal de ces nappes est caché *sous* la masse recouvrante de la zone interne. Nous nous trouvons à la *surface* de la grande nappe pénétrante. Or nous savons par les coupes si instructives de mon ami M. Ritter que, lorsque des nappes sont superposées, il y a

1. M. Lugeon. Les dislocations des Bauges. *B. S. C. G. F.*, XI, 1900.

une concordance absolue entre les différents terrains qui les constituent. Cela est si vrai que l'on avait, avant les travaux de MM. M. Bertrand et Ritter, toujours considéré le Mont Joly en Savoie comme une énorme masse simple et d'allure tranquille, alors qu'elle est formée par des nappes empilées. C'est donc *en avant* du front de ces nappes cachées *en profondeur*, à partir du Pillon vers l'est, que l'effet doit se répercuter sur une étendue de bien des kilomètres. Jusqu'à ce jour, l'on n'avait jamais songé, et moi-même pas plus que mes prédécesseurs, à voir dans les plis simples des Hautes Alpes bernoises, sur lesquels repose la zone interne, autre chose que des plis en place, simplement déjetés. En réalité, *ils ne sont que les plis superficiels de la carapace (le flanc normal) d'une grande nappe.* Le pli frontal est en profondeur. C'est donc en profondeur seulement, dans le sol, que peut se faire sentir son action vers l'*avant*. Si nous recherchons où doit se trouver ici la partie préalpine qui doit être influencée par les contournements de ce pli frontal enfoui, nous voyons que c'est *au-dessous* de la nappe des Préalpes médianes que le phénomène doit se répercuter. Voilà pourquoi de la Gummfluh vers l'est les grandes nappes des Hautes Alpes n'ont aucune influence *en surface*.

Lorsque le pli frontal sort de dessous les masses qui le voilent à la surface, c'est-à-dire lorsque le relèvement général — dû sans doute à une cause profonde (relèvement du noyau cristallin) — est suffisant pour que, grâce aux altitudes plus élevées de l'ensemble, l'érosion ait pu atteindre et par suite *nous laisser voir la zone influencée par ce pli frontal, aussitôt nous voyons les conditions tectoniques changer.* C'est ainsi que dans la vallée de Gsteig le pli frontal de la nappe du Mont Gond est situé peut-être de 500 à 1000 mètres en profondeur. Rien à la surface ne révèle alors son existence, pas plus que dans la région du Mont Joly, et cela en vertu des lois que j'ai reconnues et formulées dans mon ouvrage sur les Bauges. Mais quand ce pli sort dans le flanc droit du Creux de Champ sur un substratum placé à plus de 1000 mètres d'altitude, *immédiatement les contournements vers l'avant apparaissent aussi à la surface du sol*, et cela avec une régularité typique, susceptible de devenir classique : la corniche des Préalpes médianes, qui reposait sur le Flysch dans la Gummfluh, se renverse, et c'est le Flysch du Niesen qui le recouvre. Puis, lorsque la nappe des Diablerets sort elle aussi du sol, voilée qu'elle était jusqu'alors par la nappe du Mont Gond, *en même temps la partie de la zone interne, située en avant*, s'étale, montre par des dislocations extrêmes l'influence de cette masse pénétrante du pli frontal.

Réunissant son effet à celui de la nappe du Mont Gond, elle exagère sa puissance; elle rejette la zone interne sur les Préalpes médianes. Ainsi les plis frontaux des nappes de recouvrement des Hautes Alpes font sentir leur effet, *uniquement vers l'avant, jusqu'à une dizaine de kilomètres.*

Voilà la raison de cette anomalie que présentent la zone interne et la corniche des Préalpes médianes, anomalie localisée *en surface* là où les nappes des Hautes Alpes apparaissent *en surface,* c'est-à-dire lorsque la zone d'influence des grandes nappes des Hautes Alpes nous est révélée par le fait d'une érosion assez profonde, et cette érosion n'a pu atteindre une profondeur suffisante que là où les altitudes ont été assez considérables, grâce au relèvement vers l'ouest du substratum cristallin. Nous pouvons tirer de ces faits deux conclusions importantes : 1° dans les Préalpes et les Hautes Alpes bernoises des dislocations très intenses doivent exister en profondeur, que nous ne voyons pas, mais que nous pressentons ; 2° dans les Hautes Alpes vaudoises, *la nappe des Diablerets recouvrait jadis, avec celle du Mont Gond, le grand pli couché de Morcles, puisque l'effet de leurs plis frontaux continue à se faire sentir jusqu'à la vallée du Rhône.* C'est pour cette raison que j'ai parlé plus haut de la *continuation virtuelle* de la nappe des Diablerets. Nous avons maintenant la preuve de cette continuation. L'effet de ces nappes supérieures à celle de la Dent de Morcles-Dent du Midi *cesse de se faire sentir* à partir de la vallée du Rhône, parce que, *grâce au relèvement général dû au massif cristallin, et à l'importance que prend dans la Dent du Midi la nappe inférieure, leur zone d'influence vers l'avant était supérieure en altitude à la nappe des Préalpes.*

Non seulement l'on voit ici combien le problème des Préalpes prend une ampleur inattendue, mais l'on voit intervenir déjà la relation nouvelle, qui n'avait jamais été présentée, de ces Préalpes et des Hautes Alpes. Elles ne sont pas aussi étrangères les unes aux autres qu'il ne doive y avoir des points communs entre elles. J'ai été de ceux qui ont cru avec le plus de conviction à la séparation complète de l'histoire des deux chaînes en présence. Il ne me coûte pas, aujourd'hui, de reconnaître mon erreur et de la réparer en émettant des vues nouvelles, susceptibles d'expliquer toutes les contradictions passées.

5. — Réfutation de l'hypothèse de l'éventail composé imbriqué

L'hypothèse de l'éventail composé imbriqué de M. Haug, ainsi qu'il le dit lui-même, s'appuie aussi bien sur les coupes anciennes de divers auteurs que sur la partie réellement observée de coupes récentes. Les géologues préalpins vont plus loin. Ils ne se contentent pas exclusivement de la partie observée des coupes ; l'expérience leur a appris que, dans un tel domaine, il faut toujours interpréter la partie observée d'une coupe en la reliant avec celle d'une voisine plus profonde ; il ne faut jamais oublier les relations réciproques des coupes ainsi observées, aussi bien dans le sens vertical que dans le sens horizontal. C'est ce que j'ai négligé parfois de faire, quand j'ai publié mon mémoire sur le Chablais; il me manquait l'expérience que dix années d'études sur le terrain, et dix années de contact avec nombre de collègues distingués m'ont fait acquérir. Je vais à la fois réparer mon erreur première et résumer les arguments qui montreront l'impossibilité de l'hypothèse de l'éventail imbriqué.

Mon collègue et ami M. Haug fait de la zone bordière des Voirons le bord extérieur de son éventail : mais il passe sous silence les collines du Faucigny. J'ai montré précédemment que celles-ci étaient formées de terrains s'étirant en profondeur jusqu'à leur disparition. Ainsi une branche manque à l'éventail.

M. Haug s'appuie sur le contournement supposé en direction des plis de la zone interne, en face de la vallée du Rhône. Il ne compte pas avec l'influence des inflexions transverses et leur effet sur les altitudes. J'ai montré plus haut que ce contournement était inconciliable avec les faits. Ainsi la branche intérieure de l'éventail fait défaut.

M. Haug s'appuie sur la non-continuité de la corniche triasique qui regarde du côté des Hautes Alpes. Cette observation est très importante et très juste, mais j'ai montré que ces exceptions sont localisées et dues à un accident puissant, sur lequel on n'avait pas encore attiré l'attention : elles n'infirment pas l'ensemble du phénomène, à savoir que partout le Flysch s'enfonce sous les Préalpes médianes, et, dans le cas des exceptions, il le fait par un contournement évident du bord de la nappe (fig. 4, B B).

M. Haug conteste que les contacts anormaux des Préalpes médianes sur le Flysch de la zone bordière et sur le Flysch du Niesen ou du Val d'Illiez soient l'affleurement du plan de chevau-

chement, les deux bords de cette nappe des Préalpes médianes : « ... j'y vois par contre, dit-il [1], des chevauchements tout à fait analogues à ceux de l'intérieur de l'éventail, celui-ci (contact anormal sous la Gummfluh) se comportant comme le pli-faille du Rübli; celui-là (contact anormal du pied du Moléson) comme le pli-faille de la Laitmaire (chaîne des Gastlosen) ». Cette remarque est vraie si l'on n'envisage que des coupes; elle est erronée lorsque l'on considère la troisième dimension des accidents, c'est-à-dire la longueur de la trace. Or, les plis-failles du Rübli et de la Laitmaire ne s'étendent pas indéfiniment. Lorsqu'on les poursuit, l'on voit que celui-ci se transforme en voûte dans le Chablais, d'une part, et au-dessus d'Erlenbach, dans le Simmenthal, d'autre part, que celui-là se réduit seulement au chaînon du Rübli. Toute autre est la trace du plan de chevauchement critiqué. Elle est *fermée* et ne présente une exception de forme qu'entre le Mont d'Or et le bord du Rhône.

M. Haug s'appuie enfin sur les plis déversés vers le sud. M. Schardt [2] a déjà répondu sur ce point en expliquant comment de petits plis en retour pouvaient exister dans de telles nappes de recouvrement, sans qu'ils infirment l'allure des grands plis d'ensemble, qui sont toujours dirigés vers le nord. Mais mon collègue de Paris s'appuie sur des faits que j'ai signalés. Je suis là évidemment le coupable, car j'ai le regret de dire que ces faits ont été mal interprétés par moi-même.

Il s'agit tout d'abord des Klippes du Val d'Illiez. Lorsque j'ai rédigé mon mémoire sur le Chablais, mes coupes étaient déjà dessinées et imprimées dans l'idée du pli en champignon. En voyant dans la Klippe de Savonnaz des charnières tournées vers le sud, j'avais, à tort, conclu que le massif de Culet était déversé aussi vers les Hautes Alpes. En réalité, cette Klippe de Culet est formée par des lames superposées disparaissant par écrasement dans le Flysch. Quant à Savonnaz, il s'agit d'une lame repliée sur elle-même. C'est, de tout l'ensemble de la zone interne, le seul point où peut-être un plissement très secondaire semble s'être dirigé du côté sud. Or, partant de la considération d'une masse aussi tourmentée, mais si locale qu'est Savonnaz, il n'est pas prudent d'infirmer toute la généralité du phénomène qui nous montre *toujours* que les plis principaux sont tournés vers le nord. Et

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXV, p. 154, 1899.

2. H Schardt. Encore les régions exotiques. *Bull. Soc. vaud.*, vol. XXXVI, p. 166.

déjà, dans l'état d'esprit où je me trouvais en rédigeant ma monographie de la Région de la Brèche, j'ai dû, cependant, ne pas prendre en considération cet accident secondaire de Savonnaz, détail unique insignifiant, se perdant dans la multitude des faits d'ordre contraire.

Puis j'ai commis une erreur plus grave encore en interprétant les plis de Tréveneusaz. J'ai cru voir des plis dirigés vers la vallée du Rhône, trompé que j'ai été par les intersections. Ce massif est formé par une grande plaque de terrains des Préalpes médianes, s'incurvant vers le nord et butant, par un pli-faille E N.E.-O.S.O., contre le synclinal de Flysch de Vionnaz. C'est donc un anticlinal pli-faillé, qui ne se distingue des autres plis des Préalpes que par un plus grand rayon de courbure. En outre, Tréveneusaz est séparé du massif de la Brèche, qui le recouvre, par une lame indépendante, formée par un noyau de Jurassique supérieur. Elle est coupée parallèlement à sa direction nord-sud par le vallon de Draversaz. Cette section, qui montre un noyau de Malm au-dessus et au-dessous duquel on voit du Crétacique, m'avait alors paru comme un pli déversé vers l'est. J'avais commis là l'erreur commune, où l'on tombe si facilement lorsque l'on interprète des plis couchés ou des écailles entamées par l'érosion. Je le regrette, car mon confrère s'est spécialement appuyé sur les points où j'étais en faute ; ma seule consolation est que l'hypothèse de l'éventail composé imbriqué était née avant la publication de mes erreurs.

Puisque Tréveneusaz n'est pas couché vers la vallée du Rhône, on voit que *tous* les plis des Préalpes médianes se continuent de part et d'autre des montagnes qui bordent le fleuve ; il en est de même de la zone interne, ainsi que je l'ai démontré à nouveau plus haut.

Il ne reste plus rien, me semble-t-il, des arguments tectoniques de M. Haug en faveur de son hypothèse. Si j'ai commis un oubli, je serai toujours prêt à le réparer. Je suis convaincu par avance que l'argument que j'aurais à critiquer sera facilement réfuté, car je donnerai plus loin les preuves de l'absence de racine des Préalpes.

6. — Y a-t-il 3 ou 4 zones indépendantes dans les Préalpes ?

On sait que M. Schardt a émis l'hypothèse saisissante que la zone externe ou bordière des Pléyades-Voirons-collines du Faucigny était formée de fragments arrachés à la zone interne et entraînés en avant par le chevauchement des Préalpes médianes.

Lorsque l'on suit la zone interne (y compris le Flysch du Niesen) du côté du lac de Thoune, on voit qu'elle se rapproche de plus en plus de la zone externe, par l'amincissement des Préalpes médianes qui les séparent. D'autre part, dans le Chablais, la Brèche du col de Chatillon, qui est le dernier témoin de la zone du Niesen, se rapproche considérablement des collines du Faucigny. De plus enfin, l'on trouve, dans les champs, le long de la route de Chatillon à Marignier, vers l'Abbe, maison à l'ouest du point 546, des affleurements de ces grès du Niesen, ici placés sous les escarpements liasiques de la Pointe d'Orchez. Ainsi, plus nous pénétrons en profondeur, plus nous voyons la zone interne chercher pour ainsi dire à rejoindre la zone externe. Ce fait, lié à celui que ces deux zones se terminent chacune en profondeur par un amincissement successif, lié aussi à la présence, dans ces deux zones, des mêmes terrains mésozoïques (Néocomien, Malm, Lias à Gryphées, etc.), nous autorisent-ils à les considérer comme un même ensemble tectonique ?

Si les dislocations et les terrains mésozoïques répondent par l'affirmative, il n'en est pas de même du Flysch, qui se différencie très nettement dans la zone externe de celui de la zone interne, ainsi que l'a démontré M. Sarasin [1]. Quel est celui des deux arguments contraires, semble-t-il, qui doit nous entraîner? Celui basé sur la tectonique et les terrains mésozoïques a incontestablement plus de valeur, car les faciès de ces terrains sont sujets à moins de variation que ceux du Flysch, mais il n'en reste pas moins vrai que ces derniers ont une grande importance. Nous sommes donc ici en présence d'une difficulté non encore résolue. Ce n'est pas affaiblir notre démonstration que de montrer nous-mêmes ce qu'il nous manque encore. Je me suis demandé quelquefois si ce Flysch de la zone externe n'appartenait pas aux Préalpes médianes. En effet, ce Flysch est le même que celui que l'on trouve sous les Klippes de la Suisse allemande. Or, celles-ci ne sont que des fragments de la nappe des Préalpes médianes, comme l'ont montré MM. Hugi et Tobler. Ainsi ce Flysch est toujours lié avec ces dernières. Si le même terrain qui recouvre les Préalpes médianes, dans les synclinaux, ne se différenciait pas de celui de la zone externe, on serait tenté de considérer celui-ci comme le flanc renversé de la nappe de ces Préalpes. En marchant, la nappe aurait entraîné des fragments de la zone interne, qui auraient pénétré en écaille dans le Flysch étranger à elles-mêmes. Ainsi, dans cette manière de voir, la zone

1. SARASIN. De l'origine des roches exotiques du Flysch. *Arch. Sc. phys. et nat.* Genève, 1894.

externe serait très complexe. Nous verrons plus loin quel mécanisme l'on pourrait invoquer pour expliquer pourquoi ce ne sont guère que les terrains du Jurassique et du Crétacique qui ont pu être enveloppés par le Flysch de la zone bordière.

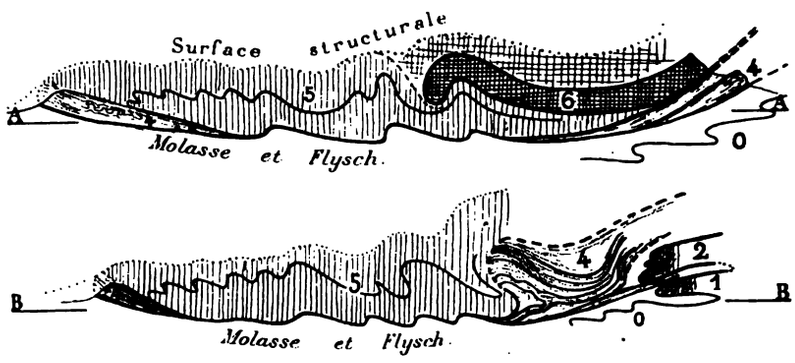


Fig. 4. — Coupes schématiques des nappes des Préalpes. — AA, Coupe à travers le Chablais; BB, Coupe sur la rive droite de la vallée du Rhône (cette coupe montre le renversement local des Préalpes médianes en avant de la zone interne poussée par la nappe des Diablerets).

O, Plis autochtones; 1, Pli de Morcles; 2, Nappe des Diablerets; 4, Zone interne et zone externe, formant ainsi comme une zone ceinture; 5, Préalpes médianes; 6, Région de la Brèche.

Quoi qu'il en soit, les Préalpes doivent être représentés par le schéma de la figure 4.

Il nous reste maintenant à démontrer l'absence de racine des Préalpes.

III. — Les Préalpes n'ont point de racines

Une seule hypothèse, celle de l'éventail composé imbriqué, si brillamment défendue par mon savant ami M. Haug, était opposée à celle que je défends ici. Je crois l'avoir réfutée, comme je vais chercher à réfuter par avance les autres hypothèses du même ordre qui pourraient naître encore. J'ai expliqué pourquoi je n'avais pas osé conclure dans mon mémoire sur le Chablais; cependant les arguments que j'ai donnés pouvant être présentés sous une autre forme et un fait nouveau, considérable, m'amenant à une nouvelle explication, je crois devoir reprendre très brièvement la démonstration de l'absence de racine.

I. — Plusieurs faits péremptoires en faveur de l'absence de racine du massif de la Brèche sont du même ordre que ceux qui servent à démontrer l'absence de racine des Préalpes médianes

Nous savons que les Préalpes sont formées par 3 zones indépendantes. Dans mon ouvrage sur la région de la Brèche du Chablais, j'ai démontré, d'une manière définitive, l'absence de racine de cette région de la Brèche. Personne, jusqu'ici, ne s'est opposé à cette interprétation. Dans les Préalpes bernoises il est encore plus facile de montrer l'absence de racine, car la région de la Brèche de la Hornfluh est beaucoup plus morcelée ; ses fragments surnagent, pour ainsi dire, sur le Flysch et dans les synclinaux des Préalpes médianes.

On trouve un *pli frontal*, mais il n'est pas aussi régulier que celui que j'ai découvert dans le Chablais sur le flanc droit du vallon de Charmy. Dans la petite chaîne qui domine Zweisimmen, on trouve ce pli frontal très disloqué, pénétrant dans le Flysch, comme il le fait au-dessus de Saint-Jean-d'Aulph, dans la vallée de la Drance [1]. La complication est peut-être encore plus grande dans le Simmenthal que dans cette dernière localité, à cause de l'emmêlement de la nappe de la Brèche avec les Préalpes médianes, mais le phénomène est le même. La chaîne Rothihorn-Spielgärten-Ganthorn [2] représente, dans le canton de Berne, exactement ce qu'est le massif de Tréveneusaz sur la rive gauche du Rhône ; l'Amselgrat, qui est dans la prolongation de cette chaîne, rappelle l'écaille du col de Morgins. La ressemblance est complète. A l'ouest du col de Morgins, les Préalpes médianes disparaissent, écrasées, sous le massif de la Brèche. Il en est de même à l'ouest de l'Amselgrat. Ce n'est que dans la chaîne de la Gummfluh que l'on voit réapparaître les Préalpes médianes.

Afin d'éloigner tous les doutes qui pourraient rester dans l'esprit de quelques géologues, relativement à l'absence de racine, sous le massif de la Brèche du Chablais, si les arguments que j'ai donnés dans mon mémoire de 1896 ne leur suffisaient pas, je donne une coupe de la nappe de la Brèche dans le massif de la Hornfluh (fig. 5). Nulle part, grâce aux érosions qui pénètrent dans les couches profondes, on ne peut mieux voir le Flysch sous les roches triaso-

1. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, pp. 200-207.
2. Voir Carte géologique suisse, feuille XVII.

jurassiques. Nulle part, dans le Chablais, il ne m'a été possible de trouver une coupe aussi démonstrative. La masse pénétrante du pli frontal est semblable à celle qui domine Saint-Jean-d'Aulph, mais le phénomène est encore plus compliqué.

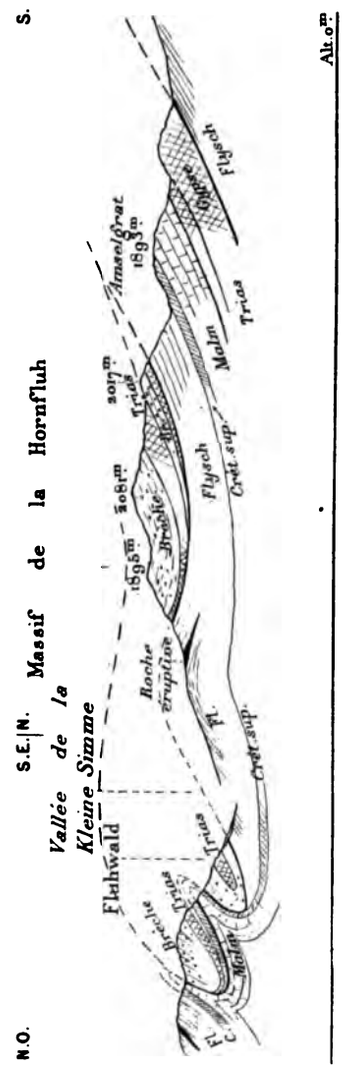


Fig. 5. — Coupe du Massif de la Hornfluh. — (Maurice Lugeon et Fred. Jaccard). Échelle 1/7.000 environ.

On se rappelle l'hypothèse que j'ai émise en 1895 pour expliquer la position si singulière des roches éruptives en plein dans le Flysch qui recouvre le massif de la Brèche. J'ai supposé que c'étaient des sortes de « copeaux » qui avaient accompli une marche relative en arrière, lors de la pénétration de la nappe de recouvrement dans le Flysch [1]. Or, mes élèves, M. G. Roessinger et F. Jaccard [2], ce dernier simultanément avec M. H. Schardt, ont constaté ces mêmes roches exotiques isolées dans le substratum de Flysch du massif de la Hornfluh. Il n'en existe qu'un seul exemple, dans une position tectonique semblable, dans le Chablais (celui des Farquets). Cette découverte est importante ; elle vient corroborer notre hypothèse.

Ainsi les régions des Brèches sont des régions sans racines.

Plusieurs faits qui m'ont permis de démontrer l'absence de racines sous le massif de la Brèche du Chablais sont du même ordre que ceux qui servent à nous démontrer la même absence

1. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, p. 249.
2. G. Roessinger et Bonard. Les roches cristallines de la Hornfluh. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XXXVII, pp. 471, 1901.

sous les Préalpes médianes. Avant de les examiner, arrêtons-nous encore au pli frontal.

M. Haug s'appuie en particulier sur l'absence de la charnière frontale des Préalpes médianes pour nier l'hypothèse du recouvrement général de cette région alpine. Cependant si nous considérons la fig. 3, pl. XV, nous voyons que le massif de la Brèche n'y présente aucune charnière frontale, donc en se basant sur cette coupe, M. Haug pourrait aussi en déduire l'absence de racine.

Mais M. Haug admet [1] que la limite extérieure des Préalpes médianes est une ligne de contact anormal, qui se poursuit depuis le Môle jusqu'à Blumenstein ; il admet, avec l'ensemble des géologues, que ce contact anormal est dû à un chevauchement [2]. Mais un chevauchement est toujours, lui aussi, terminé par une charnière frontale. Nos grands phénomènes de recouvrement ne sont, au fond, que des chevauchements de très grande amplitude. M. Haug ne devrait donc pas admettre le chevauchement du bord externe des Préalpes médianes, puisque la charnière frontale n'existe pas.

Si la charnière frontale des Préalpes médianes est absente, c'est qu'elle a été simplement enlevée par l'érosion. Mais il est un massif où elle ne devait pas être bien lointaine, où, me semble-t-il, elle est encore en partie conservée, dans les terrains liasiques. Je veux parler du Môle. En examinant la coupe 10, pl. III, de mon mémoire sur le Chablais, on voit combien cette coupe rappelle les empilements de plis, ceux, par exemple, du front des Diablerets. Du reste, dans le cas particulier, cette absence de pli frontal a une importance relativement minime et il me semble inutile d'insister.

Je me suis appuyé particulièrement, pour démontrer l'absence de racine du massif de la Brèche du Chablais, sur le fait que le pli synclinal si simple et si régulier, que représente tout le massif, ne se termine pas aux deux extrémités de son axe. « Ce pli s'arrête brusquement aux vallées du Giffre et du Rhône et sous ses extrémités au sud-est et au nord-ouest nous voyons pénétrer le Flysch [3] ».

Un pli dont les deux extrémités de l'axe reposent sur des terrains plus jeunes ne peut avoir racine en profondeur.

Or, ce raisonnement, qui a été accepté pour le massif de la Brèche, peut être appliqué aux Préalpes médianes.

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses, p. 150.
2. E. Haug. Id., p. 152 : « Si ce chevauchement était contesté.... ».
3. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, p. 225.

C'est la vallée de l'Arve qui va nous fournir des arguments péremptoires, que j'ai déjà exposés en partie dans mon mémoire sur le Chablais [1].

Quelle hypothèse, autre que celle d'une nappe de recouvrement, pourra permettre d'expliquer la présence de quelques lambeaux jurassiques retrouvés par moi, à la Turche, sur les masses de Flysch qui s'élèvent vers le Désert de Platé ?

Ces deux gros blocs de Jurassique ne représentent-ils pas des fragments des Préalpes médianes et ne nous apprennent-ils pas que cette nappe de recouvrement était jadis plus étendue? Ces lambeaux de recouvrement nous disent quel fut le chemin suivi par la nappe préalpine. Je ne vois guère quelle théorie pourront émettre les adversaires de celle que je défends ici pour expliquer la présence de ces témoins gênants.

A l'avance je m'inscris contre l'explication qui pourrait peut-être être donnée, qui considérerait ces lambeaux comme des fragments d'un pli venu du nord, de dessous le massif de la Brèche, parallèlement à la vallée du Giffre. Ce pli serait écrasé à sa racine. Une telle hypothèse serait d'ailleurs facile à réfuter. Les blocs de la Turche sont comparables aux lambeaux isolés qui appartiennent au massif de la Brèche. Ils surnagent sur le Flysch des Hautes Alpes. Ceci nous montre bien que ces montagnes jouent, vis-à-vis des Préalpes médianes, le rôle que ces dernières jouent vis-à-vis de la région des Brèches. Ce sont des masses qui se recouvrent les unes les autres. Et ce qui est une preuve pour le massif de la Brèche doit l'être aussi pour les Préalpes médianes.

Les Préalpes médianes sont coupées, transversalement, par l'érosion de la vallée de l'Arve, dans le Môle et dans la Pointe d'Orchez. Or *les plis qui les forment sont superposés à des terrains plus jeunes qu'eux. Ils ne peuvent donc avoir racine en profondeur et il s'ensuit que les Préalpes médianes en entier sont sans racines.*

Voyons les faits qui m'autorisent à établir cette importante conclusion.

On sait qu'à Taninge (fig. 4, pl. XV) les Préalpes médianes *en entier* ne sont représentées que par une lame de Crétacique supérieur reposant sur le *Flysch des Hautes Alpes*, et recouvert directement par le Carbonifère du massif de la Brèche. Ainsi, en ce point, les Préalpes médianes n'ont pas racine en profondeur.

1. Je prie le lecteur de m'excuser de citer si souvent ce mémoire, j'y suis forcé par l'oubli, dans les discussions ultérieures, des arguments que j'estime importants, arguments qui se sont perdus parmi le grand nombre des autres, au milieu de l'énorme accumulation de faits que j'ai apportés.

Toute la rive gauche du Giffre est occupée par le Flysch des Hautes Alpes, sur lequel repose, à Chatillon, un lambeau de Flysch, homologue de celui du Niesen (brèche à éléments granitiques), soit de la zone interne des Préalpes. Ce Flysch des Hautes Alpes, avec son compagnon, occupe toute la *partie basse* de l'extrémité orientale du massif de la Pointe d'Orchez. On sait que partout les Hautes Alpes s'enfoncent sous la zone interne et celle-ci sous les Préalpes médianes. Dans ces conditions, nous pouvons dire que *toute l'extrémité est de la Pointe d'Orchez repose sur le Flysch.* La démonstration est *péremptoire*, si l'on sait que vers le point 546, sur la route de Chatillon à Marignier [1], *on constate le Flysch* au pied des escarpements liasiques.

Ainsi voilà un premier ensemble des Préalpes médianes, un des chaînons axiaux du fameux éventail imbriqué qui repose sur le Flysch. Je reviendrai sur ce fait important; mais passons maintenant au Môle.

Je maintiens que les plis du Môle sont couchés sur la Molasse rouge. Or, sur quoi repose cette Molasse, sinon sur le Flysch des Hautes Alpes? Et comme, à quelques kilomètres de là, nous savons que la Pointe d'Orchez repose sur ce Flysch, comment veut-on, entre eux deux, trouver place pour une racine des Préalpes? Il ne faut pas oublier, non plus, que les plis préalpins du Môle et de la Pointe d'Orchez arrivent à *angle droit* sur la direction des plis haut-alpins de la rive gauche de l'Arve. Alors de deux choses l'une : ou bien ce sont les plis des Hautes Alpes qui sont barrés, ou bien ce sont ceux des Préalpes. En réalité, ce ne sont ni les uns ni les autres. Les plis préalpins *sont brusquement coupés par les parois du Môle et de la Pointe d'Orchez.* Cela se voit aussi bien sur la carte que sur le terrain. Les plis des Hautes Alpes, au contraire, s'abaissent, se serrent au voisinage de la vallée de l'Arve. *Il faut bien que les plis préalpins meurent quelque part*, et, s'ils ne le font pas au voisinage de la vallée de l'Arve, c'est qu'ils se continuent. Et où se prolongeaient-ils? Il n'y a qu'une seule réponse : Leur continuation ne pouvait se faire qu'au-dessus des plis hauts-alpins de la rive gauche!

Et l'*énorme masse des Annes*, cette montagne préalpine isolée, juchée sur les plis des Hautes Alpes, à quelques kilomètres de là, est le témoin le plus éloquent en faveur de notre manière de voir.

Je n'insiste pas à nouveau sur le passage des plis hauts-alpins à

1. Cet affleurement n'est pas indiqué sur la carte au 1/80.000 ; je l'ai découvert après l'impression de cette dernière.

travers la vallée de l'Arve; j'ai précédemment attiré l'attention sur l'argument important que l'on en pouvait tirer.

M. Haug, en combattant l'hypothèse du substratum tertiaire des Préalpes, écrit ce qui suit : « Des travaux d'art permettent quelquefois de reconnaître le substratum sous la masse en recouvrement elle-même, d'autre fois l'érosion fournit une coupe naturelle assez profonde pour que le substratum apparaisse en certains points. »

A défaut de travaux d'art, nous avons l'œuvre de l'érosion. Et n'est-ce point en plein axe des Préalpes que nous voyons l'extrémité de la Pointe d'Orchez surnager sur le Flysch ? Et où peut se continuer le pli anticlinal de Vellard, dont un des flancs repose sur le Tertiaire ? Il se continue par Matringe ; de là, il rejoint la vallée de la Drance de Bellevaux, forme l'un des plis qui affleurent en aval de Saint-Jean-d'Aulph — en plein cœur des Préalpes, continue par l'anticlinal de Cercle près Bonnevaux et finalement *atteint la vallée du Rhône à Vouvry ou près de Tanay*.

Les plis de Vésine [1] (2013 m.), plus intérieurs, qui ont à peu près disparu, lorsqu'ils atteignaient la vallée du Giffre (ils sont représentés par l'écaille de Crétacique de Taninge), reposant là, plus certainement encore, *sur le Flysch*, se prolongent par le Mont Chauffé jusqu'à Vouvry, dans la vallée du Rhône.

Les adversaires de la théorie préalpine ne veulent pas admettre que la Molasse rouge du Bouveret rejoigne en profondeur celle du Val d'Illiez, ainsi que je l'ai dessiné sur la fig. 1, pl. XIV.

Ils admettent cependant — inconséquence que je ne puis comprendre — que le Crétacique du vallon de Charmy, qui disparaît sous le massif de la Brèche, est bien celui qui ressort à la Pointe de l'Haut, dans le Val de Morgins, et lorsque nous appliquons un raisonnement rigoureusement semblable, quand il s'agit des Préalpes médianes et de la Molasse rouge, nous nous heurtons à leur opposition. Or, maintenant, nous pouvons montrer, ainsi que nous venons de le faire, que le pli anticlinal de Vouvry (fig. 1, pl. XIV) se continue par le Mont Chauffé, par l'anticlinal faillé de Thex (fig. 2, pl. XIV), de là, sous les montagnes de Flysch, dans les plis de Vésine et ensuite dans la vallée du Giffre, où, *sous lui*, nous voyons apparaître le Flysch; nous pouvons montrer ainsi que le pli le plus rapproché de l'axe dans la vallée transversale du Rhône doit *posséder aussi sous lui un substratum de Flysch*.

Je crois inutile de pousser plus loin les arguments qui militent

1. Feuille d'Annecy, point 2013 m., à l'ouest de la Pointe de Chalune.

en faveur du substratum tertiaire des Préalpes médianes. Si les adversaires de notre manière de voir ne trouvent pas dans ces lignes de quoi satisfaire leur demande de preuves, c'est qu'à leurs yeux il en sera toujours ainsi.

2. — La racine de la zone interne

Supposons que les arguments que je viens d'accumuler, en me basant sur la vallée de l'Arve, ne soient pas suffisants pour démontrer l'absence de racine des Préalpes médianes. Il est un autre genre de preuves qui vient encore heureusement à notre secours, en éclairant d'un jour nouveau le problème. Nous trouvons la réponse définitive dans les Hautes Alpes calcaires, et il est vraiment surprenant qu'elle n'ait pas jusqu'ici apparu aux yeux des explorateurs. C'est peut-être parce que ces preuves se trouvent dans les solitudes, si peu abordables, des hautes régions inhospitalières des Wildstrubel, au centre des Alpes bernoises. Escaladons les flancs de la vallée de la Simme jusque sur le sommet du Wetzsteinhorn, qui domine la Plaine-Morte et contemplons les cimes environnantes [1].

Notre regard est arrêté vers le sud par une épaisse paroi de calcaire du Jurassique supérieur, qui forme la montagne de la Chaux. C'est un vaste pli couché, élémentaire, qui prend sa racine dans les hauteurs dominant Sierre. Un éperon se détache de la paroi ; c'est le Mont Tubang, lambeau isolé de Jurassique fossilifère, reposant sur les grès nummulitiques. De là, une paroi, de Jurassique également, flanc renversé du grand pli couché, s'avance vers nous, en dominant la Plaine-Morte, recouverte par les neiges. Elle s'allonge ainsi jusqu'au Rohrbachstein. Puis, d'autres fragments isolés forment comme de grandes ruines sur le Laufbodenhorn. Le pli n'est pas fermé, on n'y voit pas encore la charnière frontale. Où donc se trouve-t-elle ? Avançons-nous vers ce Laufbodenhorn et regardons l'abîme. Une énorme masse des mêmes calcaires jurassiques, située dans le fond de la vallée, au Räzliberg,

1. Voir la Carte géologique suisse au 1/100.000, feuille XVI. Les levés géologiques sont très inexacts, mais cependant ils peuvent être utilisés pour cette première démonstration. J'ai passé sur ces hauteurs bien des journées, sous la tente, à en faire la revision, qui sera publiée plus tard. Ce que je donne aujourd'hui, ce ne sont donc que les résultats préliminaires d'une étude encore inachevée. Mon travail s'appuie sur une exploration complète. J'ai parcouru ce massif dans tous les sens, et malgré les difficultés du terrain tout a été contrôlé par le marteau.

nous montre la continuation que nous cherchons. *La masse jurassique fait partie des écailles de la zone interne.*

Ainsi les Préalpes sont liées avec les Hautes Alpes. Cet énorme pli couché que nous venons de reconstruire sans difficulté, tant les affleurements font, de la solution du problème, un jeu des plus simples, n'est qu'un pli supérieur, superposé à celui du Mont Gond, dont j'ai révélé l'existence dans les pages qui précèdent.

Ce pli très étiré en pénétrant dans la zone interne suit les contournements des plis du flanc normal de la nappe du Mont Gond-Wildhorn. Et c'est là du reste un des caractères communs aux écailles de la zone interne : elles suivent toujours les ondulations des plis des Hautes Alpes, sur lesquels elles reposent.

Ici, dans cette zone, les synclinaux hauts-alpins contiennent des noyaux d'Oxfordien, de Malm, de Trias, etc. Ces écailles accumulées — résultats de l'étirement à l'extrême des grands plis couchés — forment des séries où les lacunes tectoniques sont la règle dominante, séries entassées les unes sur les autres en parfaite concordance. M. Roessinger montrera ces étranges allures dans un prochain mémoire. *Ainsi un des plis des Préalpes peut être reconstitué dans son ensemble dès sa racine jusqu'à sa tête enfouie en écaille dans la zone interne.*

Ce n'est que dans les Wildstrubel que l'on pouvait avoir la chance de retrouver un des plis supérieurs des trois nappes superposées, que nous avons reconstruites dans les premières pages du présent travail. La raison en est fort simple. Nous avons vu que les nappes des Diablerets et du Mont Gond formaient, dans leur ensemble, des plans descendant vers l'est transversalement à leur direction de poussée. Ce vaste abaissement des axes se fait sentir jusqu'aux Wildstrubel, à peu près à mi-distance entre les massifs cristallins de Morcles et du Finsteraarhorn. Plus loin les plis se relèvent. Nous devons donc perdre à tout jamais l'espoir de retrouver un autre pli des Préalpes encore attaché à sa racine. Cela a d'ailleurs peu d'importance, *il suffit, en effet, d'avoir trouvé l'un d'eux pour que tout le reste s'enchaîne.*

La zone interne est formée par trois grands *régimes principaux* d'écailles [1]. Il est ainsi probable que deux autres grands plis, pour le moins, devaient être superposés à celui que des débris nous

1. Il y a en réalité une quinzaine d'écailles dont plusieurs sont réduites à l'état de traînées de blocs pincés dans le Flysch. Ce ne sont que les digitations par étirement d'un petit nombre de plis. La zone de Flysch du Niesen doit être considérée comme la quatrième écaille principale.

permettent de reconstruire avec la même sûreté que quand nous avons affaire à un anticlinal droit quelconque.

Avant d'aller plus loin, je désire répondre à une objection probable. Si une des écailles au moins de la zone interne provient des Hautes Alpes, pourquoi n'y rencontrons-nous pas l'Urgonien si caractéristique de ces dernières ? La réponse est aisée. J'ai indiqué dans une note très courte [1] que l'Urgonien passe *vers le sud*, dans les Wildstrubel, à un faciès vaseux, autrement dit prend une forme barrémienne, en particulier dans le grand pli couché que nous venons de décrire. Or, si dans ce pli, qui est le plus septentrional de ceux qui ont fourni la zone interne, nous trouvons déjà l'Urgonien sous la forme barrémienne, seule forme connue dans les Préalpes, raison de plus pour qu'il en soit ainsi dans les plis plus méridionaux, dont nous ne pouvons reconstruire la racine, mais dont la tête seule nous est connue, enfouie en écaille dans les sédiments de Flysch préalpins. Cela est certain, puisque ces plis inférieurs ne peuvent venir que de régions plus méridionales par rapport à celles où nous trouvons l'Urgonien sur les hauteurs et le front des Wildstrubel.

Mais ce n'est pas tout. Les terrains qui forment la zone interne — du moins en avant du pli que nous reconstruisons — *sont les mêmes que ceux qui forment les Hautes Alpes sur leur versant méridional dominant la vallée du Rhône.* Cela n'a pas été une de nos moindres chances [2] que de retrouver dans la zone interne, et cela avant d'avoir reconstruit le pli dont nous venons de parler, le Malm, l'Oxfordien à *Phylloceras tortisulcatum*, le Lias, le Trias, *entièrement semblables* à ceux que l'on constate dans les environs de Sierre.

Nous ajouterons encore que si l'Aptien, le Gault, ne sont pas connus dans la zone interne, c'est que justement ils manquent dans les territoires méridionaux d'où proviennent les terrains du grand pli que nous venons de reconstruire.

Nous savons que les terrains mésozoïques de la zone externe sont les mêmes que ceux de la zone interne. M. Schardt a même supposé que l'une était arrachée de l'autre. Ce sont surtout les terrains jurassiques et crétaciques que l'on trouve en écailles dans

1. Lugeon Première communication préliminaire sur la géologie de la région comprise entre le Sanetsch et la Kander. *Eclogæ geol. Helv.*, vol. 6, p. 497, 1900.

2. Lugeon et Roessinger. Géologie de la Haute vallée de Lauenen. *Archives des Sc. phys. et nat.* Genève, janvier 1901.

la zone externe. Le Lias et le Trias n'y sont qu'à l'état de « blocs exotiques » noyés dans le Flysch.

Dans la zone interne, les terrains mésozoïques jeunes constituent surtout les écailles inférieures, telle, par exemple, celle formée par le Néocomien à Céphalopodes accompagné de Malm qui repose sur le pli de Morcles. Les écailles supérieures sont surtout formées de terrains liasiques et triasiques. Si donc la zone externe a été formée en partie aux dépens de l'interne, elle n'a guère bénéficié que des écailles inférieures de cette dernière. Il peut paraître très singulier que l'on n'y trouve que les écailles les plus profondes et non les autres et qu'elle ne contienne rien du Flysch du Niesen, placé immédiatement sous le plan de recouvrement des Préalpes médianes. Quelle est donc la cause qui a pu arrêter l'entraînement vers l'avant d'une partie de ces écailles? Nous avons vu que seule l'écaille inférieure n'est pas atteinte par l'effet du refoulement des nappes des Diablerets et du Mont Gond-Wildhorn, du moins dans le voisinage de la vallée du Rhône. Les autres, au contraire, sont contournées sur elles-mêmes, à tel point qu'elles essaient de passer par dessus les *Préalpes médianes* (fig. 4, BB).

Le phénomène est visible des bords du Rhône jusqu'à la vallée de l'Hongrin. J'ai insisté sur ce fait et j'ai fait remarquer qu'au delà de ce point le contournement doit se faire en profondeur, qu'il est invisible à la surface. Nous le retrouvons sitôt que l'érosion est assez profonde. En effet, la chaîne du Niesen forme à son extrémité orientale comme une tête anticlinale emmurée par le contournement des Préalpes médianes[1]. A Wimmis, le Flysch pénètre sous les Préalpes médianes, tandis que de l'autre côté de la Kander — où il aurait dû se prolonger, nous voyons les plis de ces chaînes médianes, en partie cachées sous le Glaciaire, s'allonger dans un territoire qui était autrefois recouvert par le Flysch du Niesen. Or ce Flysch du Niesen doit être considéré comme un pli ou une écaille au même titre que celles qui forment son substratum. Nous voyons donc qu'une partie de la zone interne, contournée par l'influence à distance des plis frontaux des nappes des Hautes Alpes, s'efforce de culbuter la nappe préalpine et de passer par dessus, alors que la vraie position devrait être

1. Gilliéron, Mat. Carte géol. suisse, [illegible] et 18e livr., 1885.
2. M. Douvillé considère aussi le Niesen comme une tête anticlinale (Observation géologique dans les environs d'Interlaken, *B. S. G. F.*, 3, XXVIII, p. [illegible], 1900).
3. Voir Carte géologique suisse, feuille XII.

au-dessous. Ainsi, une partie a cherché à passer par le haut. Seules les écailles inférieures, formant probablement des lames plus allongées dans la direction du nord, n'ont été victimes que partiellement de ce mouvement vers le haut ; elles ont pu être alors entraînées par le bas, là où elles ne subissaient pas l'action des coins pénétrants des nappes des Hautes Alpes. Or, justement dans les Alpes vaudoises, l'écaille indépendante de ces mouvements est *la seule* dont on retrouve des terrains dans les Pléyades, c'est-à-dire dans la zone externe.

Toutes les autres écailles ont été arrêtées dans ce mouvement, ou n'ont pu passer qu'à l'état fragmentaire, formant les blocs exotiques du Gurnigel.

Si l'explication que je donne maintenant ne paraît pas assez étayée, c'est que nous manquons encore de documents, mais l'on voit qu'une analyse un peu serrée des faits connus nous amène à établir une relation si singulière entre les écailles des deux zones, que la probabilité de leur liaison ancienne en est plutôt affermie qu'affaiblie. Si les deux zones interne et externe sont bien constituées par les mêmes écailles, elles représenteraient une sorte de zone marginale ou zone ceinture, bords des nappes les plus inférieurs des Préalpes.

3. — Les Préalpes médianes ne peuvent avoir de racine

Le recouvrement du massif de la Brèche sur les Préalpes médianes ne peut être contesté. Ce massif ne peut venir que de l'intérieur des Alpes, ainsi qu'en témoigne son pli frontal.

Sous les Préalpes médianes s'enfonce la zone interne.

Cette zone interne ne peut venir que du sud, de l'intérieur des Alpes, ainsi que le prouve la racine que j'ai découverte.

Ainsi les Préalpes médianes sont comprises entre deux nappes de recouvrement ; elles ne peuvent donc avoir racine en profondeur, et elles ne peuvent venir que du sud, de l'intérieur des Alpes.

IV. — Les grandes nappes des Alpes suisses. Phénomènes semblables à ceux du Chablais

La découverte de la racine d'une des nappes des Préalpes, l'existence de plusieurs nappes empilées dans les Hautes Alpes, au lieu et place des plis à types jurassiens que l'on croyait y voir, conduisent à de nouvelles généralisations relatives à la géologie

du versant nord des Alpes. Peu à peu nous marchons vers la synthèse. Je vais tenter cet essai de coordination, bien que la tâche me paraisse considérable. Cette tentative aura l'avantage de montrer, je le crois du moins, quels sont les arguments qui nous manquent encore pour renforcer et faire triompher définitivement la théorie des grands mouvements vers le nord.

I. — Quelques mots sur les Klippes

Jusqu'ici, je n'ai pas parlé des *Klippes*, ces montagnes exotiques à faciès préalpin, placées au milieu des chaînons à faciès helvétique. Il est évident que le sort de ces petits massifs est lié à celui des Préalpes. Ils ne représentent que l'extension longitudinale des nappes de recouvrement, dont les plus étendues sont localisées dans la zone du Chablais. L'une de ces Klippes cependant mérite que nous nous y arrêtions quelques instants. C'est celle du Giswylerstock, près du Brünig, qui vient de faire l'objet d'un mémoire très intéressant et très détaillé dû à M. Hugi [1]. Mon confrère arrive à la conclusion que les terrains qui constituent le Rothspitz, le Jänzimattberg et le Giswylerstock sont bien les restes d'une nappe de recouvrement. Pour lui, le mouvement vient du *nord*, de cette fameuse chaîne vindélicienne, que personne n'a jamais constatée et que ses défenseurs placent sous les sédiments de la plaine suisse, sorte de chaîne sous-molassique, comparable aux chaînes sous-marines.

A l'appui de l'idée d'une poussée venue du nord, M. Hugi considère la remarquable charnière de la Rossfluh, l'une des plus belles des Alpes, comme une charnière synclinale ouverte vers le sud (fig. 6). J'ai parcouru la région attentivement ; j'ai acquis des résultats inverses de ceux de mon confrère. Pour moi la Rossfluh est formée par une charnière anticlinale faisant par conséquent partie d'un pli couché *vers le nord*. M. Hugi a trouvé, dans une série de blocs éboulés au pied de la Rossfluh, un fossile caractéristique du Muschelkalk, *Retzia trigonella*. Il suppose que les couches qui contiennent ce fossile passent au pied de la paroi, et, dans ces conditions, les bancs qui les dominent, devant être plus récents et se trouvant au cœur de la charnière, le pli doit être un synclinal. Voici ce qui m'autorise à ne pas accepter les arguments de M. Hugi. Les roches à *Retzia* ne constituent pas un affleurement

1. E. Hugi. Die Klippenregion von Giswyl. *Denkschr. schw. naturf. Gesellsch.*, 2, 1900.

de roches en place. Ce sont des *blocs éboulés*. Certainement ils ne proviennent pas du pied de la paroi. Ils ne peuvent provenir que de la partie élevée de la paroi et par conséquent *du noyau du pli*. Dans ces conditions, puisque le Muschelkalk est la roche la plus ancienne du pli et qu'elle ne peut se trouver qu'au centre de ce dernier, celui-ci ne peut être qu'un anticlinal. Dans ce cas, le pli de la Rossfluh, loin de venir à l'encontre de la théorie que je défends, lui apporte, au contraire, un argument péremptoire. Le pli de la Schafnase n'est alors qu'un fragment d'une tête anticlinale d'un pli supérieur à celui de la Rossfluh et séparé d'elle par un synclinal renversé, ainsi que cela est normalement le cas dans les nappes. En outre, une petite faille locale, que j'ai constatée et qui passe par la Furgge, a permis à ce deuxième anticlinal de s'abaisser.

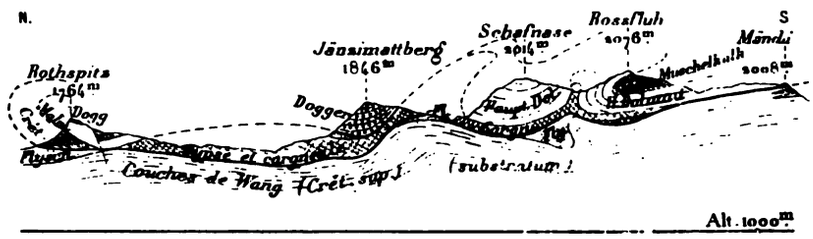


Fig. 6. — Coupe de la Klippe du Giswylerstock modifiée dans l'hypothèse de plis venus du sud. — Echelle 1/100.000.

M. Hugi s'appuie encore sur un fait intéressant. Il remarque que la série du substratum présente le maximum de dislocations sur le bord sud de la Klippe. S'appuyant sur l'autorité de M. Rothpletz, il dit que ce fait s'explique aisément, car il est clair, ajoute-t-il, que, dans le transport d'une masse, l'effet mécanique doit être le plus fort vers son front. Cela est possible, mais, dans le cas particulier, il est facile de démontrer que la limite sud du Giswylerstock *ne correspond absolument pas avec le front de la nappe*, puisque celle-ci vient du sud ; et même encore, si l'hypothèse de la venue du nord nous était démontrée, cette même limite ne correspondrait pas davantage avec le front. Il faut un pli frontal pour limiter une nappe; les Klippes du Giswylerstock ne sont que les débris épars d'un grand recouvrement; l'érosion a taillé, morcelé cette nappe; la limite sud n'est qu'une limite d'érosion. Ainsi donc ce maximum de dislocation du substratum, dont M. Hugi a montré l'existence, s'est fait en un point quelconque sous la nappe. Il n'apporte aucun argument pour l'une ou l'autre des hypothèses.

Et j'ajouterai encore une remarque. Les petites dislocations du substratum en question sont visibles là où les couches sont très nettement différenciées les unes des autres ; mais qui nous dit que dans les masses homogènes du Flysch de la limite nord il n'en soit pas de même ? Et si la dolomie recouvrante du voisinage de ces petits accidents locaux paraît particulièrement disloquée, c'est qu'elle se trouve sur le plan de charriage. Ailleurs, le contact est invisible. L'argument n'a donc aucune importance.

Ainsi *aucun* des faits signalé par M. Hugi n'est contraire à la venue du sud, bien au contraire, puisque je montre que la Rossfluh est un remarquable anticlinal couché vers le nord. Si j'insiste particulièrement sur le Giswylerstock, c'est que les adversaires de la théorie que nous défendons ont cru trouver contre nous des faits péremptoires dans cette montagne. Ces fameux plis poussés vers le sud n'existent que dans les coupes dessinées : « ... c'est précisément ce déversement vers le sud que les partisans du déversement uniforme, dans toute l'Europe, des plis vers le nord ne peuvent se résoudre à admettre », a écrit le plus brillant adversaire de notre manière de voir, M. Haug [1], en analysant le mémoire de M. Hugi. En effet, des plis du genre de ceux de la Rossfluh ne peuvent nous embarrasser, bien au contraire, ils confirment notre hypothèse et viennent à son appui. Quant à la théorie mécanique de M. Hugi, je ne la discuterai pas longuement, car ses arguments sont déjà tombés. Les deux poussées qu'il invoque sont difficiles à comprendre ; si la première (Giswylerstock) est dirigée dans le sens opposé à celui où M. Hugi pensait le faire venir, la deuxième n'est que pure hypothèse, aucune charnière n'étant conservée.

J'ajouterai encore un fait. J'ai découvert, avec un de mes élèves, M. F. Jaccard, un lambeau de Flysch, entre le Dogger du Jänzimattberg et le Trias que l'on croyait former son substratum ; cela vient nous montrer une étrange parenté de dislocation avec celles qui, dans les Préalpes, nous offrent le plus de difficultés.

Une hypothèse basée sur des lambeaux épars comme ceux qu'offre le Giswylerstock ne peut donc infirmer l'ensemble considérable des faits préalpins. Quoi qu'il en soit, il est de mon devoir de rendre un juste et mérité hommage à mon confrère bernois. Il a attiré l'attention sur ces rochers perdus, qu'il a décrits avec une grande clarté.

Les autres Klippes de la Suisse ne présentent rien qui soit

1. E. Haug. Revue annuelle de géologie. *Revue générale des Sciences*, 11e année, p. 1335, 1900.

contraire à l'hypothèse de grands plis venus de l'intérieur des Alpes.

Des deux régions exotiques de la Savoie, celle des Annes, présente, dans la montagne d'Auferrand et d'Almet, un pli synclinal important déversé au nord, c'est-à-dire vers les Préalpes. Il n'y a là rien de contraire à la théorie que nous défendons. Quant à la Klippe de Sulens, il résulte des études que nous avons faites, M. Haug et moi [1], que certaines écailles inférieures présentent des charnières dirigées vers l'extérieur de la chaîne ; il n'y a qu'un pli local qui soit disposé en sens inverse. La masse liasique de la montagne proprement dite de Sulens, que nous avions interprétée comme un synclinal déversé vers le sud-est, peut être tout aussi bien considérée comme formée par deux anticlinaux plongeants superposés, provoqués par une poussée dirigée vers le nord-ouest. L'absence de charnière ne permet pas de faire le choix entre les deux hypothèses.

Cette rapide récapitulation de la tectonique des Klippes nous montre qu'aucun fait n'est contraire à l'hypothèse du charriage vers l'extérieur de la chaîne, et que bon nombre de données, telles que des charnières qui ne présentent pas d'ambiguïté possible, viennent, par contre, à l'appui de cette hypothèse.

Forts de ce que nous a montré cette récapitulation, reprenons notre problème, en cherchant nos preuves dans les Préalpes.

2. — La tectonique des Préalpes n'est pas propre a cette chaîne ; elle est celle de la presque totalité des Alpes calcaires suisses !

Le titre de ce paragraphe résume notre nouvelle conception. Celle-ci se base à la fois sur les excellents travaux, justement célèbres, de mes prédécesseurs, parmi lesquels je signalerai les travaux de Escher, et de MM. Baltzer, Heim et Renevier ; elle se base aussi, et pour beaucoup, sur les brillants résultats acquis dans les Alpes par mes maîtres et mes collègues du Service de la Carte géologique de France, M. Marcel Bertrand et MM. Termier, Haug, Kilian et Ritter, et elle s'appuie encore sur les faits que j'ai pu accumuler depuis 1895.

Je pars du principe, qui est actuellement démontré, que les Préalpes ne peuvent venir que de l'intérieur des Alpes. C'est un

1. Haug et Lugeon. Note préliminaire sur la géologie de la montagne de Sulens. *Bull. Soc. d'hist. nat. de la Savoie*, 1897.

fait que je tiens pour absolument acquis ; les pages de ce mémoire auront suffi, j'en suis persuadé, à nous rallier définitivement les indécis.

Dans leur contact avec les Hautes Alpes, les Préalpes présentent la région la plus disloquée, la partie interne de la zone ceinture. Ce ne sont plus des plis que l'on y voit, mais des écailles empilées les unes sur les autres, si étirées parfois, qu'elles ne forment plus que les grains disjoints d'un chapelet gigantesque. Quelle différence de style tectonique avec celui des plis couchés aux belles charnières des Hautes Alpes, qui s'enfoncent sous cette zone interne. Il semblerait que la nature, en créant ces deux régions, ait cherché à mettre en opposition l'irrégularité extrême de l'une avec la grande régularité des charnières anticlinales de l'autre. ***Et cependant ces deux systèmes sont intimement liés, puisque l'une des écailles de la zone interne est la continuation d'un des grands plis couchés des Hautes Alpes.***

Cette constatation a une importance considérable.

Lorsque j'écrivais mon ouvrage sur le Chablais, l'existence de grands plis couchés *superposés* dans les Hautes Alpes calcaires était encore ignorée. On ne connaissait que le grand pli couché de la Dent du Midi-Dent de Morcles, mais l'on croyait qu'il se terminait très rapidement vers ses deux extrémités. Il n'était que l'exagération *partielle* des plis droits que l'on croyait voir dans les Alpes vaudoises et dans les Hautes Chaînes calcaires de Savoie. Dans ces conditions, la *brusque* apparition d un immense système charrié au-dessus d'un ensemble plissé d'une façon *presque jurassienne* (à l'exception locale de la Dent du Midi et de la Dent de Morcles) avait laissé supposer à M. Schardt et à moi-même que la masse préalpine avait été transportée de loin et amenée sur son emplacement actuel par un phénomène spécial. Nous nous plaisions à comparer ce charriage à une sorte d'immense glissement, dû aux lois de la pesanteur. Pour mon compte, si je n'ai pas insisté sur cette conception nouvelle, j'ai néanmoins une part très grosse de responsabilité, puisque j'ai terminé mon mémoire en développant cette hypothèse et en exposant le mécanisme qui devait l'expliquer.

Voici quelle était ma conception [1] : « Le mouvement alpin, prélude des dislocations qui allaient durer jusqu'au Miocène supérieur, aurait commencé à se faire sentir dans les temps éocènes par un bombement général de la zone centrale de l'éventail alpin.

1. LUGEON. La région de la Brèche du Chablais, pp. 300-301.

Les rides primordiales auraient été effacées par ce mouvement plus intense. Du sommet ou des flancs de ce dôme, immergé encore sous les eaux nummulitiques, se seraient décollées des masses considérables, formant une grande bande : les *Préalpes médianes*, et les débris de cette nappe, les *Klippes*. La masse glissante entraînant une quantité considérable de terrains cristallins, aurait alimenté le Flysch en formation, suivant l'hypothèse de M. Schardt. La masse aurait franchi toute la largeur du Briançonnais. La surélévation continuelle des Alpes en arrière de la nappe, soulèvement coïncidant avec le retrait de la mer éocène, se traduisait par un acheminement continuel. En arrière de la nappe, un appel de matière provoqué par les masses plus affaissées, sur lesquelles s'effectuait le glissement, provoquait la formation d'un deuxième pli couché, *plus récent* que le premier, c'est la région de la Brèche..... Avant que ce recouvrement du massif de la Brèche se soit effectué, les Préalpes médianes auraient dans leur marche arraché la zone bordière et la zone intérieure..... C'est alors que toute cette masse de terrain franchit les Hautes Alpes, déterminant un champ d'affaissement qui permit sa conservation par sa plus faible altitude. Ce champ d'affaissement produisant un appel de matière, les plis de la Dent du Midi-Morcles, dans leur partie libre, s'exagéraient sous la forme de grands plis couchés qui, s'ils se fussent un peu plus étendus, auraient même pu se superposer à la grande nappe exotique, comme en arrière s'étaient déjà superposés les massifs des Brèches du Chablais et de la Hornfluh. »

Cette explication hypothétique s'était formée dans notre esprit à cause de la différence si considérable qui paraissait exister entre les Hautes Alpes et les Préalpes, ainsi que je l'ai dit plus haut. La connaissance que nous avions de ces premières montagnes se basait sur des travaux très détaillés, tels que ceux de MM. Renevier et Haug et de Maillard. Aucun d'eux ne révélait les grands plis couchés que nous connaissons aujourd'hui. Si à l'époque nous avions été armés comme nous le sommes aujourd'hui, certainement le problème des Préalpes se serait présenté à nos yeux sous une face différente.

En arrière des Klippes de Savoie, MM. M. Bertrand et Ritter ont montré l'extension d'immenses plis couchés superposés. Au sud des Klippes de la Suisse allemande, MM. Marcel Bertrand et Golliez ont montré l'existence d'une grande nappe dirigée vers le nord, telle que déjà l'un d'eux l'avait conçue en 1884. En arrière des Préalpes bernoises et vaudoises j'ai montré, dans le présent

travail, l'existence de trois nappes superposées, recouvertes par une quatrième ; celle-ci plus détruite par l'érosion, mais très heureusement encore assez conservée pour que nous puissions voir sa liaison intime avec une des écailles de la zone interne des Préalpes.

Ces quatre grandes nappes ont toutes leurs racines dans le flanc droit de la vallée du Rhône. Ainsi les *Hautes Alpes bernoises sont formées par l'empilement de quatre grandes nappes dont nous connaissons les racines.*

L'une de ces nappes se continue dans les Préalpes, et celles-ci sont formées par d'autres nappes plus grandes encore. Comme d'une part l'une d'elles est rattachée avec sa racine, comme nous voyons d'autre part un développement progressif des nappes des Hautes Alpes de la plus basse vers la plus haute, il doit s'en suivre *que les nappes les plus éloignées et les plus hautes formant les Préalpes devaient à l'origine être liées avec leurs racines.*

Entre le pli de Morcles et la nappe du Mont Gond-Wildhorn, il *y a un enchaînement manifeste. Plus nous montons dans la série des nappes, plus nous voyons le phénomène s'exagérer.* Nous ne pouvons pas faire une exception mécanique pour expliquer les Préalpes, puisque les nappes qui les constituent ne sont que l'exagération des mêmes phénomènes, des inférieures aux supérieures. Voilà ce que nous ne pouvions savoir jusqu'à ce jour et pourquoi nous avions été entraînés à des conceptions hardies.

Aujourd'hui nous voyons que le *phénomène des Préalpes est le résultat normal des manifestations mécaniques qui ont créé les Alpes suisses. Les Préalpes ne forment pas un cas particulier mais sont l'expression normale, la plus exagérée, d'un phénomène général, celui du déjettement des Alpes vers le nord.* Au lieu d'être un cas particulier le problème des Préalpes n'est *qu'un détail.*

On voit alors combien l'origine lointaine des Préalpes s'impose nécessairement. mais combien la théorie se transforme et se renouvelle. Ce n'est plus un fragment de la couverture sédimentaire des Alpes qui a marché vers le nord, *mais presque toute la couverture.*

On voit, en outre, combien la conception actuelle de la chaîne alpine doit être modifiée, combien il y a lieu de la renouveler et nous ne sommes encore qu'au début de la future interprétation des Alpes ; nous ne faisons qu'entrevoir ce que nous réserve l'étude détaillée de la partie interne de ces montagnes.

Avant que l'érosion ait détruit les attaches des nappes préalpines avec leurs racines il devait se trouver superposé entre les massifs du Mont Blanc et du Finsteraahorn, là où sont les Hautes Alpes

bernoises, des nappes en nombre considérable ; je crois pouvoir en compter environ *huit*.

3. — Enchaînement des Préalpes et des Hautes Alpes calcaires

Dans ma description des nappes superposées des Hautes Alpes calcaires j'ai attiré l'attention sur un fait important que l'on peut résumer ainsi : *plus une de ces grandes vagues sédimentaires est superficielle*, plus elle tend, pour ainsi dire, à *déferler* vers l'avant *et en conséquence plus elle prend racine au sud, plus elle tend à s'étendre vers le nord.*

En effet, le pli de Morcles est dépassé par le pli des Diablerets ; celui-ci est à son tour resté en arrière de la nappe du Mont Gond-Wildhorn (fig. 3). Le pli qui constitue l'écaille la plus élevée de la zone interne s'avance à son tour, plus loin, toujours vers l'extérieur. Comme j'ai montré que les Préalpes médianes ne devaient être considérées, de même que la

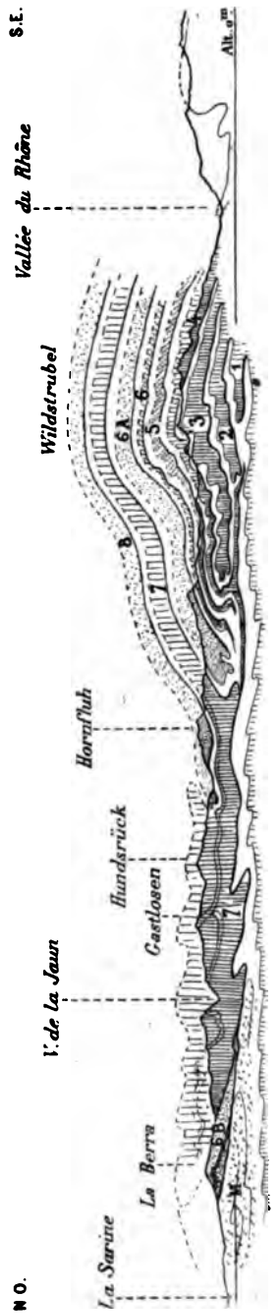


Fig. 7. — Coupe schématique du front nord de la chaîne alpine à travers les Hautes Alpes bernoises et les Préalpes.

1, Pli couché de la Dent de Morcles, en profondeur ; 2, Nappe des Diablerets, en profondeur ; 3, Nappe du Mont Gond-Wildhorn (nappe probable du pli supérieur de Glaris, dans l'hypothèse du pli unique) ; 4, Nappe inférieure de la zone interne ; 5, 6, Autres nappes de la zone interne ; 6A, Nappe, probablement indépendante, du Flysch du Niesen ; 6B, Zone externe, formée par un Flysch spécial, contenant des écailles et blocs, arrachés probablement à la zone interne ; 7, Nappe des Préalpes médianes ; 8, Nappe de la Brèche ; M, Molasse, dont la pénétration vers le sud est d'une longueur inconnue. — Le double trait dans les Préalpes médianes indique les contournements du Malm. Les vides laissés entre les nappes ne sont là que pour faciliter la lecture du dessin. — Échelles des hauteurs et des longueurs semblables.

région de la Brèche, que comme une nappe de recouvrement, c'est-à-dire comme une nappe qui, primitivement, devait être liée avec sa racine, il nous est possible de construire une coupe qui représente ce qu'était l'état d'empilement du front nord de la chaîne alpine (fig. 7).

L'examen de cette coupe du front nord des Alpes nous permet quelques considérations intéressantes. L'une d'elles est basée sur la marche exagérée, si manifeste vers l'avant, des nappes supérieures, comparées aux inférieures. C'est une règle constante ; il n'y a que la nappe de la Brèche (n° 8) qui fasse exception, peut-être aussi la zone externe, qui demandera encore des études très détaillées. Le mécanisme que nous devons invoquer pour expliquer la nappe la plus simple, réduite à un grand pli couché, celle de Morcles, doit être appliqué à la nappe la plus étendue, puisque celle-ci n'est que l'extension d'un phénomène qui, en fait, est le même. Or la seule explication que nous pouvons donner du pli de Morcles est ce que nous désignons communément sous l'expression d'*effet de la force tangentielle*. Ce terme n'est pas plus susceptible d'explication que le mot *gravitation*, mais il satisfait pour le moment notre esprit. C'est cette force tangentielle qui a donné lieu à la poussée de ces immenses nappes ; ce n'est donc plus ce phénomène spécial d'un grand glissement, que nous invoquions dans la théorie des nappes de charriages. De cette manière, nous faisons rentrer les grands déplacements de fragments de l'écorce terrestre, ceux du moins des Alpes que nous étudions, dans les lois d'un phénomène normal.

4. — Les plis réguliers des Préalpes médianes sont des éléments de constitution des grandes nappes de recouvrement

Les Hautes Alpes calcaires bernoises et vaudoises présentent à leur surface des plis déjetés ou couchés tellement simples que l'on n'avait jamais pensé jusqu'ici à les considérer comme les détails de la carapace de grandes nappes superposées. Il y a là une différence fondamentale avec l'allure si plane de la surface d'autres grandes nappes déjà connues, comme celles décrites par M. Ritter, ou encore comme la nappe classique du double-pli de Glaris. Cependant, on aperçoit déjà entre les coupes de M. Ritter et celles de M. Heim une différence sensible. Les premières possèdent des plis secondaires. Si l'érosion n'avait pas entamé profondément ces nappes superposées, il eut été difficile de les deviner; il eut été

téméraire, je dirais même impossible de les concevoir. Dans les Hautes Alpes calcaires bernoises et vaudoises, ces nappes sont un peu plus plissées. Les nappes de la Provence le sont encore davantage. La grande masse, sans racine, des Préalpes médianes est plus régulièrement ondulée, et cependant les plis présentent de très fréquentes lacunes, des accidents, surtout dans les parties basses. On voit que les nappes de recouvrement ont des styles très différents les uns des autres dans leurs plis secondaires. Ainsi donc on ne saurait opposer à la théorie du recouvrement ces plis à aspect jurassien des Préalpes médianes, cela d'autant plus que personne ne sait encore ce qui se passe en profondeur sous le Jura. Tantôt les nappes de recouvrement s'avancent avec une régularité qui est certainement plus incompréhensible que ne l'est l'inverse; tantôt elles se plissent, et chacun des plis se déverse dans le sens général du mouvement; on dirait qu'il cherche *à sortir* et à constituer un nouveau pli frontal d'une nappe indépendante supérieure à celle dont il est né. Je ne puis m'étendre ici sur la valeur théorique considérable de ces faits. J'y reviendrai certainement plus tard. Contentons-nous de voir, dans cette tendance que présentent les nappes à se plisser, un fait propre à leur genèse. Ce fait nous montre cependant comment les nappes peuvent se digiter et par exagération de cette digitation donner lieu à plusieurs nappes superposées. Or, nous voyons que ce mécanisme ne sort pas de la conception actuelle du mouvement tangentiel. Il lui est propre. Nous avons vu comment les Préalpes ont dû être liées primitivement à leurs racines, puisque j'ai retrouvé l'une d'elles. Autrement dit, les grandes nappes qui, en s'empilant, ont formé les Préalpes, ne se différencient pas plus par la marche, qu'elles ne se différencient en fait, des grandes nappes de recouvrement incontestées. Ainsi donc, le plissement des Préalpes médianes doit être considéré comme un plissement génétique. Telle n'était pas, nous le reconnaissons, la manière de comprendre à la fois la naissance de ces grandes nappes et leur plissement dans la théorie des charriages. Nos idées se sont modifiées. Cela est permis, lorsqu'il s'agit de tels problèmes, elles se modifieront peut-être encore, car la Science est toujours perfectible.

5. — Les Alpes calcaires à faciès helvétique sont formées par des nappes tout comme les Préalpes

Je me réserve de montrer bientôt ce que deviennent vers l'est les nappes des Diablerets et de Morcles. Vers le sud-ouest,

M. Ritter a montré que l'on pouvait les suivre jusqu'à la vallée du Doron. Incontestablement elles se continuaient plus au sud encore et peut-être montrera-t-on un jour la liaison de ces nappes avec celles du Briançonnais, décrites par M. Termier, et celles découvertes dans l'Ubaye par MM. Haug et Kilian.

En Suisse, ces nappes s'agrandissent ; d'intérieures, qu'elles sont en France, elles viennent occuper le bord de la chaîne, s'étalent dans les Préalpes en une grande masse que l'érosion a respectée à cause de la faible altitude. La généralité du phénomène des grandes nappes ne nous permet pas de dire, en raison de la position des Préalpes dans une région affaissée, que cet affaissement est dû à leur action, à leur poids. L'origine du bassin du Léman n'a rien à voir avec le phénomène du recouvrement.

Jusqu'où s'étendaient en France, vers l'est, ces nappes venues de l'intérieur des Alpes ? Les Klippes des Annes et de Sulens ne nous renseignent pas suffisamment. Sous elles nous voyons apparaître ce que l'on est encore en droit de considérer comme des plis en place. *Mais, à partir de la vallée de l'Arve jusqu'à la vallée de l'Aar, nous ne connaissons plus le front nord autochtone de la chaîne alpine : il est enfoui dans les profondeurs du sol !*

A). *Le Problème du double-pli de Glaris.*

Vers l'ouest les nappes que nous avons décrites se continuent. Celle du Wildhorn se prolonge avec une régularité remarquable ; c'est elle qui forme probablement l'une des nappes plongeantes (pli nord) de Glaris et qui se termine, ainsi que nous le verrons, dans le Sentis et la chaîne du Pilate. Ce n'est que dans le Wildstrubel et le Wildhorn que cette nappe est *liée* avec sa racine : ailleurs, il y a une discontinuité complète, *due simplement à l'érosion*, entre la tête anticlinale des nappes et leur point de départ. Nous verrons plus loin où se trouvent les plis frontaux de la nappe glaronnaise. C'est ce défaut de continuité auquel est imputable l'hypothèse du double-pli. Chacun connaît les coupes très remarquables de M. Heim. Les plis frontaux des deux plis couchés poussés hypothétiquement l'un contre l'autre sont représentés par des courbes de raccord, qui simulent les charnières en regard, ainsi que l'exige la théorie.

Quand les deux plis couchés opposés s'égrènent en petits lambeaux de recouvrement, comme cela se voit en particulier près du Hausstock, il devient impossible de dire s'ils appartiennent à l'un ou à l'autre des plis. Chacune des courbes qui simulent les char-

nières aurait droit à en prendre possession. Le grand lambeau de la Sardona (frontière est du canton de Glaris) peut, de même, aussi bien appartenir à un des plis qu'à l'autre, car les étirements, la

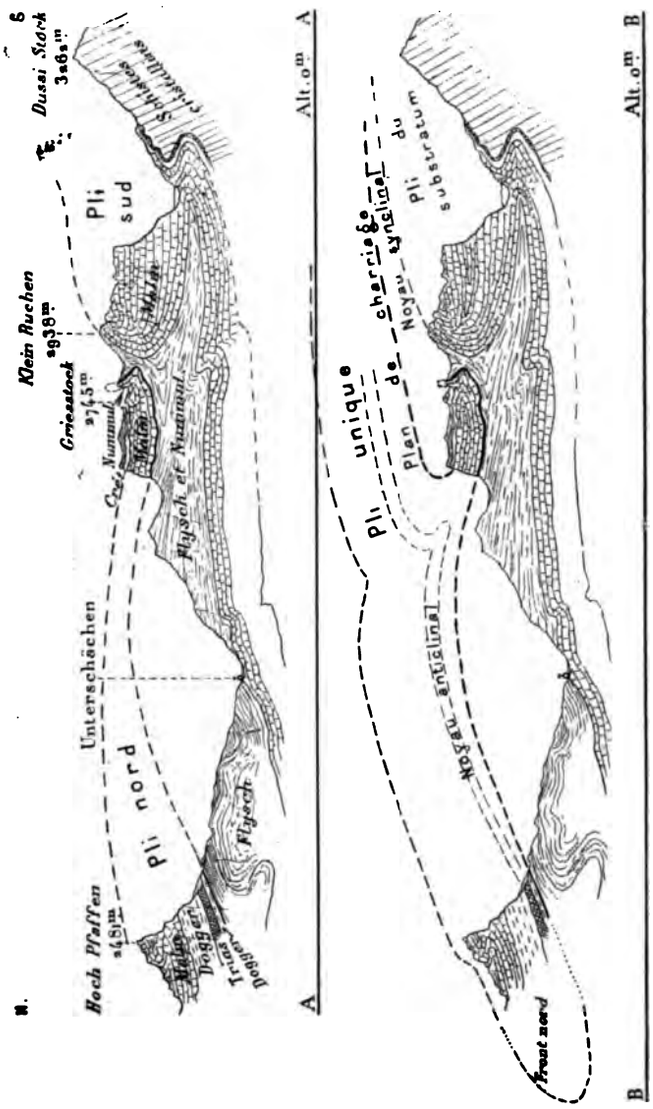


Fig. 8. — Coupe des Clariden. Échelle 1/100000.

AA, Coupe d'après M. Heim dans l'hypothèse du double pli (Mechanismus der Gebirgsbildung, pl. V, profil VII); BB, Coupe dans l'hypothèse d'un pli unique venu du sud.

série stratigraphique sont les mêmes dans les lambeaux et les deux plis supposés en présence. C'est pour cette raison, en partie, que

M. Marcel Bertrand [1], déjà en 1884, a signalé ces difficultés. A la notion des *deux plis* il a proposé de substituer celle du *pli unique*.

Les célèbres charnières anticlinales dessinées en pointillé sur les coupes n'ont jamais été trouvées complètement fermées, et ici on est en droit de les exiger, puisque c'est sur elles que se base surtout la théorie. Dans le massif des Clariden, M. Heim considère le coin de Malm du Griesstock comme la fameuse charnière anticlinale tant cherchée. Il n'est pas difficile de montrer (fig. 8) qu'il ne s'agit en réalité que d'un simple repli du flanc médian d'un pli unique venant du sud, flanc médian de Jurassique, que l'on suit très loin dans la vallée de la Linth.

Nous verrons plus loin que les recherches de M. Burckhardt parlent elles aussi contre l'hypothèse du double-pli.

Dans une étude récente, M. Piperoff [2] maintient l'hypothèse du double-pli de Glaris d'après les preuves qu'il pense avoir trouvées dans le Calanda. Je crois plutôt que les matériaux qu'il a réunis avec grand soin peuvent servir à démontrer le contraire, ou sinon, à montrer dans le Calanda, comme ailleurs, la continuelle absence de la charnière du pli sud. En effet, non loin du Calanda, au Ringelspitz, on voit un lambeau perdu sur le Flysch du pli méridional. Sur une bande étirée de Jurassique repose du Verrucano (Permien). C'est une partie du flanc médian de l'anticlinal sud.

Examinons ce que devient vers l'est ce Flysch, qui forme le synclinal du pli sud. Il repose normalement sur le Crétacique que l'on suit jusque dans le Calfeuserthal, de là dans les hauteurs qui dominent Vättis; puis il va former le pli anticlinal inférieur à charnière connue du Calanda. Ce pli se fait donc sentir uniquement dans le *flanc normal* du synclinal du pli sud. Il n'est qu'un de ces nombreux plis déjetés que l'on voit dans le Flysch des coupes de M. Heim. C'est le premier de ces plis en comptant à partir du sud.

Le pli supérieur du Calanda ne peut donc représenter que le pli anticlinal sud, ainsi que le dit M. Piperoff lui-même. Or, dans le Calanda, la charnière du pli, ainsi que je l'ai dit, est inconnue. La plupart des coupes de M. Piperoff sont très démonstratives sous ce rapport, sauf le profil I et II, où l'auteur dessine la charnière. Ce résultat n'est, j'en suis convaincu, qu'un artifice involontaire du dessin. Ainsi, le profil II montre des couches de Jurassique supérieur plongeant au nord-ouest, alors que les plongements indiqués

1. M. Bertrand. Rapport de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. *B S. G. F.*, (3), XII, p. 318, 1884.

2. Piperoff. Geologie des Calanda. *Mat. Carte géol. suisse*, 37e livr., 1897.

sur la carte sont vers le sud-est. L'anticlinal ne se ferme pas. Il en est de même dans la coupe 1. Le profil V, d'après M. Piperoff, est très démonstratif ; mais il suffit de considérer l'Aelplikopf, et l'on en a le droit, comme un simple repli du flanc médian du grand pli couché, et non comme la charnière, pour ramener à sa juste valeur l'argument que l'on peut tirer de la situation de ce sommet. Ainsi, le Calanda n'apporte aucune preuve en faveur du pli sud fermé.

Il est cependant un certain nombre de faits constatés par M. Heim qui paraissent démontrer l'existence du pli sud, limité en étendue vers le nord. Ainsi, en particulier, la coupe du Ringelspitz[1]. Le Malm du flanc médian est à peu près complètement étiré et de ce fait l'anticlinal paraît fermé dans le Jurassique supérieur. Comment se peut-il alors que, dans l'hypothèse du pli unique, l'on puisse retrouver du Malm dans la base des Churfirsten ? Les exemples de plis couchés qui montrent un écrasement total du flanc médian en arrière de parties plus avancées où celui-ci existe pleinement développé ne sont pas rares. Il n'y a qu'à observer les coupes de M. Heim lui-même (ainsi celle du col du Panix), pour s'en convaincre [2]. Il en est de même au Ringelspitz. Non loin de là, au Vorab, le Malm du flanc médian est nettement développé. La coupe du Ringelspitz ne présente donc qu'un écrasement local. Le pli-faille s'y accentue plus près de la charnière synclinale que dans les autres coupes.

Une autre difficulté en faveur de l'existence du pli sud vient de l'absence presque constante du Malm sur le flanc normal du pli sud, flanc normal qui, il est vrai, est presque toujours absent, détruit qu'il est par érosion ; mais s'il avait été conservé, n'y trouverait-on pas des schistes des Grisons, car le pli normal montre la Sernifite s'enfonçant au sud sous ces schistes ? Alors comment se peut-il, dans l'hypothèse du pli unique, que nous trouvions ce Malm, si remarquablement développé sur le flanc normal, au Mürtschenstock, dans les Churfirsten et dans toute l'immense région au nord du col du Klausen ? Cette objection paraît péremptoire.

Il est incontestable que, pour le moment, c'est l'argument le plus puissant à opposer à l'hypothèse du pli unique. Poursuivons plus attentivement cette question difficile. Quand nous cherchons à nous figurer ce que devient le Malm normal du Calanda vers le sud, nous devons forcément admettre qu'il disparaît sous les

1. Heim. *Mat. Carte géol. suisse*, 25e livr., pl. II, profil 14.
2. Heim. *Loc. cit.*, pl. II, profil 10.

schistes qui forment les montagnes de Coire. Ici donc les schistes reposeraient sur le Malm; plus loin, dès Ilanz, ils reposent sur le Verrucano. Quel que soit leur âge, qu'ils soient éocènes, comme certains auteurs veulent l'admettre pour le Prätigau, qu'ils soient liasiques, ils reposent par transgression stratigraphique, dans le premier cas, ou par transgression mécanique, dans le deuxième cas, puisque le Malm du Calanda repose lui-même sur le Verrucano. Nous pouvons donc expliquer la disparition du Malm vers le sud de deux manières différentes, mais nous avouons que le problème est encore obscur. Nous avons accumulé assez de preuves, avec celles que nous verrons plus loin, contre l'hypothèse du double-pli, en nous servant de matériaux qui ont été apportés par les auteurs ou les défenseurs de cette conception, que nous pouvons nous demander si la dernière preuve, tirée de ces obscurs schistes des Grisons peut oui ou non nous faire fléchir. A travers la Suisse, les masses calcaires du pli nord de Glaris sont jointes à celles où, dans le Wildhorn, nous constatons l'attache avec leur racine. C'est là un fait tellement indiscutable que l'argument tiré des schistes lustrés des Grisons perd complètement sa valeur. L'explication de ces masses considérables de Malm sur le flanc normal du pli nord ne pourra être donnée que lorsque nous connaîtrons la genèse même du mouvement qui a créé le grand pli unique. Nous ne sommes pas encore arrivés à cette explication, à la théorie des grandes nappes de recouvrement, aussi ne chercherai-je pas ici à la donner. Nos recherches ne sont pas encore assez avancées et le problème est peut-être insoluble. Quoi qu'il en soit, les preuves sont telles que l'hypothèse du pli unique, due à M. Marcel Bertrand, doit remplacer la brillante hypothèse d'Escher de la Linth et de M. Heim. En écrivant cette phrase, je tiens à dire que cette manière de voir n'infirme en rien l'admiration profonde que je témoigne pour les travaux des deux grands maîtres zurichois et particulièrement pour ceux de M. Heim, un de mes maîtres. Sans leurs efforts, lorsque l'on se rappelle les controverses qu'a soulevées la théorie des Alpes glaronnaises, nous ne serions pas dans la voie du progrès où nous nous trouvons. A chacun suffit sa tâche. Le présent chapitre n'est, si je ne me trompe, qu'un essai de perfectionnement partiel de cet impérissable et fécond ouvrage le « Mechanismus der Gebirgsbildung ».

***

Que reste-t-il alors, en Suisse, sur le versant nord des Alpes, des plis autochtones, des vrais plis en place du front nord de la

chaîne? La chaîne du Pilate et ses ramifications jusqu'au Sentis, de même que les montagnes à faciès helvétiques, limitées au sud par la vallée du Klönthal, le Pragel, l'Isenthal, sont peut-être en place, semble-t-il. Les travaux de M. Burckhardt [1] nous permettent de juger cette question.

B). *Les nappes supérieures glaronnaises.*

Le Glärnisch présente un empilement de plis qui paraissent terminer la nappe de Glaris. La tête anticlinale du pli supérieur est implantée dans le Flysch du flanc gauche de la vallée du Klönthal. C'est ce Flysch qui limite d'une manière si rigoureuse la nappe de Glaris, au-delà duquel elle disparaît, et qui nous permet de la suivre dans les Alpes suisses. En suivant ce Tertiaire, nous le voyons former une mince bande *sous* les montagnes du nord du Klönthal, jusqu'à Näfels. Ainsi, le pli frontal de la nappe glaronnaise doit se propager sous des montagnes supposées en place. Et c'est ce Flysch et ce Nummulitique que nous voyons disparaître sous les alluvions à Näfels.

La pénétration du Flysch sous les montagnes au nord du Klönthal a une *signification beaucoup plus considérable* qu'on ne l'a admis jusqu'ici.

Puisque le Nummulitique du flanc supérieur de la nappe de Glaris pénètre sous les montagnes du nord du Klönthal, c'est que celles-ci elles-mêmes ne *possèdent pas de racine en profondeur. Elles ne forment que les restes d'une nappe que j'appellerai la nappe supérieure de Glaris.* Il n'est pas difficile de le prouver. Pour cela, étudions les coupes très remarquables dessinées par M. Burckhardt.

Le Nummulitique qui pénètre sous la *chaîne de Wiggis*, au-dessus de Netstall, se voit sous *toute* cette chaîne, jusqu'à Näfels. Nous pouvons le considérer comme formant un synclinal plongeant qui *s'ouvre en avant de la chaîne dans le vallon qui domine Oberurnen.* La liaison du Nummulitique de Näfels avec celui qui domine Oberurnen est cachée par des éboulis sur un kilomètre et demi. Mais on ne peut avoir aucun doute sur cette liaison. Au-dessus de Näfels, le flanc renversé de ce synclinal plongeant est remarquable par la présence de marnes à *Gryphæa Escheri.* Il en est de même à Hohlweg, au-dessus d'Oberurnen. Dans ces deux

1. BURCKHARDT. Monographie der Kreideketten zwischen Klönthal, Sihl und Linth. *Mat. Carte géol. suisse*, 35e livr., 1896.

parties, le flanc normal possède les grès verts à Nummulites. Pour qui connaît l'extrême variabilité des faciès du Nummulitique, la présence, dans les deux synclinaux, des marnes à *Gryphæa Escheri* est très significative. C'est incontestablement le même pli synclinal qui se continue de Näfels jusqu'au-dessus d'Oberurnen.

Ainsi, dans la vallée de la Linth, tout comme dans les vallées de l'Arve, du Chablais, du Rhône, plus l'érosion nous permet de voir en profondeur, plus nous constatons que le Tertiaire pénètre sous les masses.

Mais d'autres faits viennent encore nous éclairer. Si la liaison, sous les éboulis de Näfels, des deux Nummulitiques dont je viens de parler, était contestée, nous n'aurions qu'à nous adresser au Néocomien, qui, lui, forme une bande continue. Je sais bien qu'ici une autre supposition pourrait être présentée. Elle dirait que la portion du territoire occupé par l'éboulis coïncide avec la racine d'un éventail. Il serait déjà fort curieux de constater cette coïncidence. Puis, dans la partie qui serait sur cette racine d'éventail, donc *au-dessus* des lieux où la striction aurait été maximale, nous voyons les couches du Néocomien particulièrement tranquilles. Enfin, les deux flancs de cet éventail supposé présenteraient des plis et replis *toujours dirigés vers le nord.*

M. Burckhardt a signalé quelques faits qui viennent nous montrer que sur cette bande oblique de Nummulitique des parois du Wiggis existe bien une nappe. Près de Wiggisalp, notre confrère signale une *lentille* [1] de Sénonien dans le Nummulitique. Il en signale encore une autre dans le Flysch du *nord* de la chaîne, sous le Riseten. Ce sont des lambeaux de lame de charriage, et c'est un phénomène commun aux deux terrains tertiaires dont je suppose la liaison souterraine. Si la lentille de Wiggisalp était explicable à la rigueur dans un synclinal aussi couché et où l'écrasement a pu être considérable, celle du pied du Riseten est inexplicable dans un synclinal qui paraît tranquille, si ce synclinal n'est pas lié avec le précédent, ne forme pas le synclinal couché sous la nappe supérieure de Glaris. Mais ce n'est pas tout encore. La nappe de recouvrement présente, à la base, des couches particulièrement étirées. Escher les a déjà considérées comme faisant partie d'un flanc médian. Moesch voulait en faire du Jurassique supérieur. M. Burckhardt [2] n'y a point trouvé de fossiles; il en fait de l'Urgonien, mais il avoue n'être pas certain de cette détermina-

1. Burckhardt. *Loc. cit.*, fig. 29, pl. VI.
2. Burckhardt. *Loc. cit.*, pp. 130-131.

tion. Il dit qu'incontestablement ce calcaire est plus jeune que le Néocomien, car il repose sur ce terrain au Krautlistock. Cela n'est pas une preuve, car je pourrais tout aussi bien dire que puisque dans la paroi de Wiggis il repose sous le Néocomien, c'est que ce dernier est plus jeune que lui. Là n'est du reste pas le point important. Ce qu'il faut ne pas oublier, c'est que *nulle part* ce terrain n'est en liaison avec l'Urgonien normal fossilifère qui, comme on le sait, couvre de grandes surfaces dans la chaîne de Wiggis. Autrement dit, je crois devoir contester *toutes les lignes de raccord dessinées par M. Burckhardt et déterminant un anticlinal que mon collègue indique sous le chiffre 3*, anticlinal qui forme les plis de la nappe du côté du sud. *Jamais la charnière de ce pli n'a été constatée* [1]. Je l'ai vainement cherchée sur le terrain. Elle n'existe pas. Elle n'existe du reste nulle part au sud des montagnes du nord du Klönthal, pas plus dans les flancs de l'Ochsenhorn que dans ceux de Wiggis.

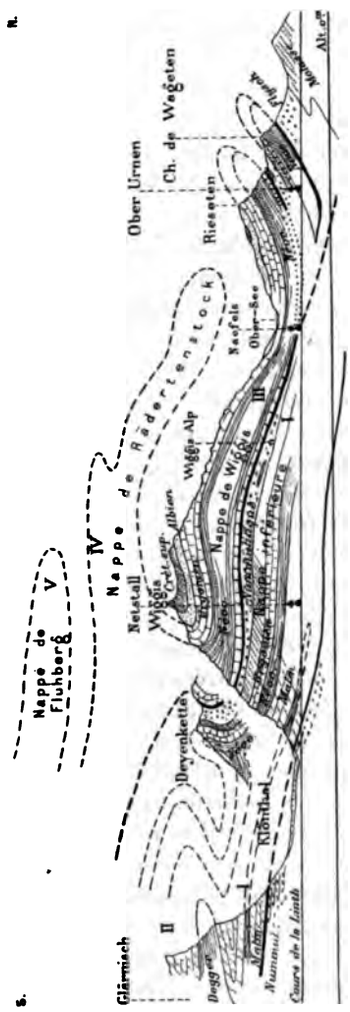


Fig. 9. — Coupe de la nappe supérieure de Glaris et de l'extrémité de la nappe inférieure. — Les nappes de Räderten et du Fluhberg, digitations de la nappe glaronnaise supérieure, ont été ramenées dans le plan de la coupe. La chaîne de Wageten est supposée indépendante de la nappe inférieure (voir p. 790). Échelle : 1/100000.
I, Nappe inférieure; II, Pli des Silbern; III, Nappe de Wiggio; IV, N. de Räderten; V. N. de Fluhberg.

Ainsi les montagnes de Wiggis doivent être considérées comme une nappe de recouvrement superposée à celle de Glaris. Elles

1. La charnière indiquée par Burckhardt au Krautlistock (profil 17, pl. IV) n'est pas en accord avec ses levés.

jouent vis-à-vis de cette dernière le rôle que joue le massif de la Brèche du Chablais vis-à-vis des Préalpes médianes. Elles ne forment *que la nappe supérieure de Glaris* (fig. 9).

On voit donc que le problème de la Brèche du Chablais n'est pas isolé, mais se retrouve en plein cœur des chaînes à faciès helvétiques.

***

M. Burckhardt a montré que les chaînes au nord du Klönthal présentaient un fait vraiment extraordinaire, celui de *plis transversaux*, si bien marqués, si accentués, qu'ils sont, d'après ses coupes, comparables aux plis longitudinaux.

J'ai cru à ces plis transversaux. C'était même ainsi, si l'on s'en rappelle, que je croyais expliquer en 1896 le relaiement des plis de Morcles par ceux des Diablerets. Les recherches sur le terrain m'ont montré, comme je l'ai écrit plus haut, que les Diablerets ne pouvaient former qu'une nappe indépendante de celle de Morcles. Ici, dans les montagnes du Klönthal, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur place, *il faut aussi remplacer la notion de ces plis transversaux par celle des nappes.*

Nulle part la charnière des plis transversaux, imaginés par M. Burckhardt, *n'est visible.* On peut analyser aussi attentivement que l'on veut les parois de la Ganthöhe, dans le haut Wäggithal, celles de la Zindlenspitz, dans la vallée de l'Obersee, on ne voit *aucun contournement* dans le Néocomien qui soit dirigé vers l'est, ainsi que le voudrait l'hypothèse du pli transversal. M. Burckhardt dessine au pied de ces anticlinaux transversaux imaginaires un petit synclinal (I et II des coupes de M. Burckhardt). La charnière de ce petit pli est de même inconnue. Ainsi, les preuves de ces plis transversaux n'existent pas. *Nous pouvons donc donner une toute autre interprétation de ces phénomènes :*

Nous avons vu antérieurement (p. 775) que les nappes de recouvrement présentaient la tendance à la formation de plis secondaires dans leur flanc normal, que ces plis se pressaient dans le sens de la poussée et que chacun d'eux pour ainsi dire cherchait à créer une nappe indépendante. C'est ce qui s'est produit dans les montagnes du nord du Klönthal. Chacune des régions séparées par les fameux plis transversaux forme *une digitation de la nappe*, que nous allons examiner de plus près.

Tout d'abord, je constate que chacun de ces massifs se termine vers le nord par une charnière très nette. Je constate, en outre, que chacun de ces contournements des couches est brusquement

coupé à l'est par les vallées transversales. Celui du Fluhberg est coupé par l'Aabach ; celui du Scheinberg est raviné puis coupé par le bassin de l'Obersee. Le pli synclinal du sommet de Wiggis, qui n'est qu'un détail de la nappe du même nom, est coupé par la vallée de la Linth.

Nous pouvons donc nous demander jusqu'où continuaient vers l'est ces plis brusquement interrompus : *ils se continuaient les uns sur les autres.*

Le petit synclinal du sommet de Wiggis représente la charnière d'un pli supérieur qui forme le massif du Rädertenstock.

Dans ces conditions, on voit combien la disposition de ces chaînes du nord du Klönthal, que M. Burckhardt avait cru expliquer par un mécanisme spécial, rentre dans le cas connu des nappes de recouvrement *dont le plan est oblique à la surface moyenne du sol.* La nappe du Wiggis, ou nappe supérieure de Glaris, poussée vers le nord, s'enfonce vers l'ouest, transversalement à sa direction de poussée, sous la nappe plus supérieure de la chaîne du Rädertenstock. Cette deuxième nappe est encore enracinée au col de Lachen avec celle de Wiggis ; elle n'en est que la bifurcation. C'est un phénomène tout à fait semblable à ceux décrits par M. Ritter et à ceux de la nappe du Wildhorn par rapport à celle des Diablerets et de celle-ci par rapport à celle de Morcles.

Enfin, plus loin, nous voyons la nappe du Rädertenstock se contourner sur elle-même, former le synclinal du chaînon de l'Ochsenkopf et donner lieu à une nappe supérieure encore, à celle du Fluhberg, sous laquelle elle s'enfonce.

Ainsi, *si faisant abstraction des effets de l'érosion sur ces nappes, qui ont été coupées successivement par un plan d'érosion, dont l'altitude moyenne, tangente aux sommets, est comprise entre 2000 et 2200 mètres, nous restituons les parties perdues, nous aurons, au-dessus de la vallée de la Linth, cinq nappes superposées* (fig. 9).

Ainsi comprise, voyons ce que devient vers l'ouest la nappe la plus élevée (fig. 9, V). A partir du col du Pragel, c'est cette digitation supérieure qui, *seule*, repose sur le front de la nappe de Glaris ; les digitations inférieures ont cessé de vivre à la surface et ne doivent pas aller bien loin vers l'ouest, car leur amorce disparaît aussi.

Du col du Pragel jusqu'à Sisikon, on voit, à la surface du sol, le Nummulitique du flanc normal de la nappe glaronnaise ; c'est un synclinal. Non loin de ce pli, on constate le pli synclinal renversé très connu de l'Axenstrasse. On connaît la coupe donnée par

M. Heim de ce singulier synclinal, qui montre qu'au lieu de s'ouvrir par le haut, comme tous les plis de son espèce, il se ferme au contraire. Il doit être considéré comme un pli de la nappe inférieure glaronnaise. Autrement dit, celle-ci se digite dans la coupe du lac des Quatre-Cantons en deux plis anticlinaux, l'un au sud, l'autre au nord du synclinal retourné ci-dessus.

Si nous cherchons maintenant ce que devient vers l'ouest le synclinal de Pragel-Sisikon, c'est-à-dire dans les masses de l'Urirothstock, nous pouvons croire, d'après les descriptions de Moesch, *qu'il se ferme aussi par le haut*, c'est-à-dire que *les nappes indépendantes du nord du Klönthal, du Pragel et de la vallée de Sisikon se rattachent à la nappe glaronnaise, à l'ouest du lac des Quatre-Cantons, jusque dans les Hautes Alpes bernoises.*

Nous voyons donc qu'en marchant de l'est vers l'ouest, nous arrivons à la même conclusion que celle à laquelle sont arrivés MM. M. Bertrand et Golliez [1], en marchant dans un sens opposé, à savoir que *la chaîne du Brisen forme une nappe supérieure à la nappe glaronnaise.*

Les plis de la chaîne du Brisen se continuent jusqu'au lac de Thoune par le bas du Melchtal et par le Brienzerhorn, qui *représente le front de la nappe;* c'est ainsi que l'ont déjà compris, en 1897, MM. M. Bertrand et Golliez. De là, ce front rejoint vraisemblablement la nappe du Wildhorn-Mont Gond.

Ainsi, *une des chaînes que l'on aurait pu croire encore en place, celle qui s'étend des montagnes du nord du Klönthal jusqu'au Brienzerhorn, en longeant le sud de la région des Klippes, forme une nappe de recouvrement parfois digitée dépendante de la nappe inférieure de Glaris à partir du lac des Quatre-Cantons vers l'ouest; elle est sans relation apparente avec cette dernière à cause de l'érosion, à partir du lac des Quatre-Cantons vers l'est.* Nous verrons que ces nappes se lient entre elles dans les Churfirsten.

C). *La nappe inférieure glaronnaise.*

Revenons à la vallée de la Linth.

La nappe digitée de recouvrement des montagnes du nord du Klönthal a été aussi mise en évidence par M. Rothpletz [2]. Mais une grande divergence de vues nous sépare. Pour M. Rothpletz, la nappe a été poussée vers le sud-ouest; pour nous, elle l'a été

1. Bertrand et Golliez. Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 568, 1897.
2. Rothpletz. Das geotectonische Problem der Glarner Alpen, voir pl. X.

vers le nord. Un des facteurs les plus importants qui détermine la direction de poussée des nappes est incontestablement la *position du pli frontal*. Cette direction doit être perpendiculaire à ce pli. Ici il n'y a pas d'ambiguïté possible. Le front de la nappe la plus basse est est-ouest, celui de la nappe du milieu est est ouest dans le Kamm (au nord-ouest de l'Obersee) ; le front est de nouveau est-ouest dans le Fluhberg. *Les nappes ne peuvent donc être venues que du sud.* Cependant la nappe du milieu, celle du Rädertenstock, présente une inflexion de direction dans le Scheinberg, elle devient N.E.-S.O. Cette direction, il est vrai, est exagérée par

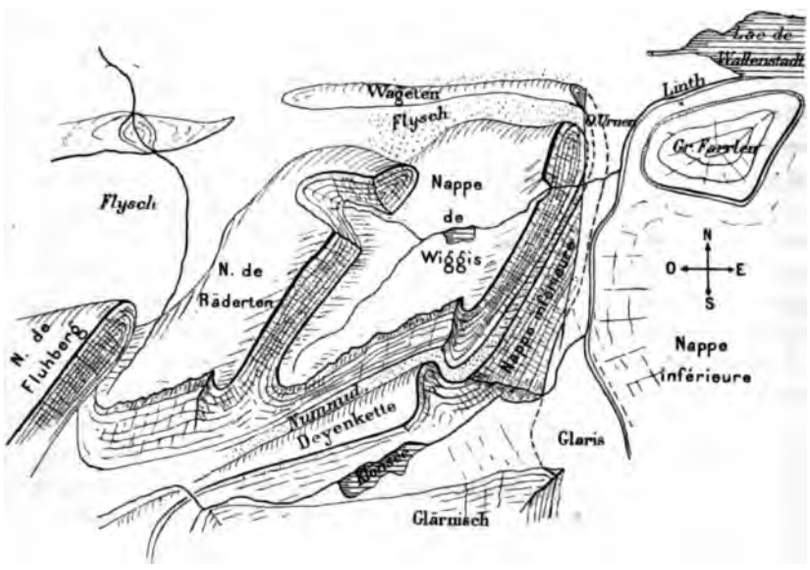


Fig. 10. — La nappe supérieure glaronnaise subdivisée en trois nappes indépendantes dans les montagnes du nord du Klönthal ; modelé en supposant que l'érosion n'ait coupé les nappes que dans leur prolongation vers l'est.

la forme de l'affleurement, c'est-à-dire à cause de l'érosion, mais elle paraît néanmoins existante. L'explication ne me paraît pas difficile. Lorsque des nappes se digitent, elles paraissent se conduire comme les vagues de la mer qui se relayent les unes les autres en cherchant à déferler parallèlement au rivage. L'effort de poussée paraît cesser par épuisement à un moment donné, ou plutôt le retard de la vague est tel, que de deux vagues successives la seconde rejoint souvent la première. Il se forme ainsi, en prenant un point de comparaison plus commun, un *tuyautage* du bord

frontal des nappes, mais au lieu que ce tuyautage soit *perpendiculaire* au bord de l'étoffe, comme ceux que font les repasseuses, il est *oblique* au front général de la nappe. Nous pouvons représenter ce phénomène par la fig. 10.

Ainsi les nappes du nord du Klönthal viennent bien du sud.

Ces nappes s'étendaient-elles vers l'est ? Les recherches de M. Haug [1] et les travaux de M. Rothpletz [2] viennent nous répondre par l'affirmative.

La nappe de Wiggis se révèle sous la forme d'un grand lambeau de recouvrement, qui occupe toute la couverture supérieure du Gross Fahrlen (fig. 10).

Plus à l'est encore, l'érosion a entaillé trop profondément le bord sud du lac de Wallenstadt, pour que nous puissions songer à retrouver les débris de cette nappe, mais, dans le massif des Churfirsten, il semble bien qu'elle se continue. D'après les levés de la carte suisse et les coupes de MM. Heim et Rothpletz, on constate, ainsi que ce dernier l'a, du reste, fait remarquer, deux coupes de nappes superposées, dans les flancs qui dominent le lac. Comme la nappe de Wiggis est immédiatement superposée à la nappe inférieure de Glaris, c'est elle qui formerait la nappe la plus élevée et, par conséquent, toute la ligne des crêtes des Churfirsten.

Mais, ainsi qu'on peut le constater dans les Churfirsten, le synclinal qui sépare les deux nappes se ferme. On voit la charnière éocène pénétrer obliquement dans la montagne. Ainsi, ici les deux nappes tendent à se rattacher directement l'une à l'autre, comme cela se passe à l'ouest du lac des Quatre-Cantons. Les contournements des couches dans le Mürstschenstock sont l'amorce, dans le Jurassique, de la nappe supérieure de Glaris, se digitant de la nappe inférieure.

***

Revenons en arrière et voyons ce que devient le front de la nappe de Glaris vers le nord. Si les admirables travaux de M. Heim nous renseignent avec une exactitude rigoureuse sur les faits relatifs aux parties internes de la nappe, les documents manquent un peu en ce qui la concerne au nord. Cependant, grâce aux travaux de M. Burckhardt, de M. Baltzer sur le Glärnisch et grâce aux coupes de M. Heim, nous pouvons tenter le dernier effort qui nous reste à accomplir.

1. E. Haug. Sur les hautes chaînes calcaires de Suisse. *B. S. G. F., C.-R. sommaire*, 24 juin 1895.

2. Rothpletz. Das geotectonische Problem der Glarner Alpen, pl. XI.

La nappe de Glaris est la plus inférieure, c'est elle qui s'enfonce le plus profondément vers le nord ; pouvons-nous jamais espérer en rencontrer le pli frontal ? Evidemment. Une méthode simple consisterait à partir des Wildstrubel et à parcourir toutes les Alpes suisses en faisant des levés de détail. Cherchons cependant dès à présent si, dans les faits connus des Alpes de la Suisse orientale, nous ne trouvons point des preuves suffisantes.

Les travaux de M. Baltzer ont montré que le Glärnisch est formé par un empilement de plis, que la dernière coupe de M. Heim [1] représente de la manière suivante : Sur un socle de Flysch s'élève la série normale du Jurassique à l'Urgonien, qui en forme le terme le plus élevé. Sur ce dernier se trouve une épaisseur de Néocomien, couronnée de nouveau par l'Urgonien. Ce pli supérieur *ne possède pas de charnière*. Nous ne trouvons la tête anticlinale que dans la chaîne du Deyenstock-Mättlistock, ainsi que l'a indiqué pour la première fois M. Haug [2], ainsi que, peu après, l'a démontré fort élégamment M. Burckhardt. Il y a donc, formant le sommet du Glärnisch, un pli couché considérable, digitation de la nappe de Glaris. Ce pli couché, qui ne s'est pas individualisé ici en une nappe bien importante, s'accentue de plus en plus vers l'ouest et forme une belle nappe dans les Silbern (Pli B, fig. 3, pl. XVI). Il diminue d'ampleur au bord du lac des Quatre-Cantons (fig. 4, pl. XVI). De l'autre côté de la Linth, ce pli donne lieu à des complications certaines dans le Schild, où M. Rothpletz veut voir une nappe indépendante. Je crois que, dans le Schild, ce qui embarrasse c'est la charnière de ce pli secondaire, car de même que ce pli s'arrête au Deyenstock et ne forme pas une nappe au même titre que les autres, de même, dans l'est de la vallée de la Linth, nous ne constatons pas sa prolongation au-delà du Schild ; sous le lambeau de recouvrement du Gross Fahrlen, qui représente la nappe de Wiggis, nous ne constatons que la seule nappe inférieure de Glaris. En effet, sur l'immense étendue de la Sernifite (Permien) de cette dernière nappe, nous voyons la série entière jusqu'au Nummulitique et sur celui-ci le lambeau de recouvrement du Gross Fahrlen. Il n'y a pas trace d'une autre nappe.

La base du Glärnisch se continue ainsi sous la nappe supérieure qui forme les montagnes de Wiggis ; celles-ci reposent, ainsi que je l'ai montré plus haut, sur le Nummulitique de la nappe infé-

1. Heim. Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. *Mat. Carte géol. suisse*, 25e livr., profil 8, pl. II.
2. Em. Haug. *B. S. G. F. C.-R. somm.*, 24 juin 1895.

rieure de Glaris, dont nous voyons tour à tour les couches disparaître dans le sol d'alluvion de la Linth (fig. 9 et 10). Où se trouve la charnière frontale de cette nappe qui plonge ainsi dans le sol ?

J'ai déjà montré la liaison intime qui existait entre le synclinal d'Oberurnen et celui des parois du Wiggis. Ces deux synclinaux n'en forment qu'un. *Nous pouvons donc nous demander si la petite chaîne qui commence au Köpfler pour finir à Oberurnen, soit la chaîne de Wageten, ne représente pas la sortie de la nappe glaronnaise inférieure, soit son pli frontal ou une digitation de celui-ci* [1].

Nous touchons certainement ici au point le plus délicat de la géologie du versant nord. *Si le pli anticlinal en question n'est pas ou le pli frontal ou un repli de celui-ci, s'il en est indépendant, il ne peut posséder une racine en profondeur.*

En effet, la nappe inférieure de Glaris, si elle ne sort pas, en partie du moins, dans ce pli, doit se continuer plus en avant, *sous* ce pli ; dans ce cas, *celui-ci ne peut avoir de racine* et, dans cette hypothèse [2], il doit appartenir à une tête de pli détaché de sa racine inconnue. Cela revient au même, au point de vue de l'origine mécanique de ce pli isolé qui ne pourrait venir que du sud, et quelle que soit la solution que l'on préfère, celle que l'on choisit amène un changement complet dans la manière de comprendre les premiers plis des Alpes suisses.

Serrons encore le problème de plus près.

Si la première solution paraît la plus naturelle, elle a cependant contre elle certains faits importants. Par exemple, si la similitude du Nummulitique qui s'appuie sur l'anticlinal de Wageten et sur la nappe pénétrante à Näfels est complète, il ne paraît pas en être de même de tous les autres terrains.

Ainsi M. Burckhardt, dans la carte qui accompagne son mémoire [3], signale du Gault dans le pli de Wageten, tandis que la nappe pénétrante n'en possède point. Puis la nappe inférieure de Glaris contient, d'après le même géologue, un faciès particulier du Néocomien, dit *faciès méridional*, tandis que le pli de Wageten, qui se rattache à celui du Pilate et au Sentis, doit, fort probablement, comme ces dernières montagnes, être caractérisé par le *faciès septentrional*.

Voilà bien des preuves, semble-t-il, contre la liaison possible de ce pli de Wageten avec la nappe de Glaris.

1. Hypothèse exprimée par la fig. 10.
2. Hypothèse exprimée par la fig. 9.
3. Burckhardt. Monographie der Kreideketten, etc., pl. I.

Jusqu'aux recherches de M. Burckhardt sur le groupe du Klönthal, on a confondu, dans la Suisse allemande, l'Albien avec le Cénomanien (Vraconnien, couches à *Turrilites Bergeri*) sous le classique nom de Gault. La carte de notre collègue citée plus haut ne fait malheureusement que reproduire, pour la chaîne de Wageten, les contours qu'il avait publiés antérieurement, avant d'établir la subdivision des deux étages, ce qui fait que nous ne pouvons savoir si l'Albien absent du pli inférieur de Glaris, près de Näfels, est présent sur le Wageten. A Näfels, M. Burckhardt signale le Cénomanien, qui existe *partout* dans ces chaînes, tandis qu'il n'est représenté que près du Köpfler, dans la chaîne du Wageten [1].

Nous ne pouvons donc malheureusement être éclairés sur la présence ou l'absence de l'Albien au Wageten.

Pour le Néocomien, j'abandonnerai les expressions de faciès nord et de faciès sud. Les nappes du nord du Klönthal, soit les nappes supérieures de Glaris (Wiggis, Räderten et Fluhberg), viennent du *sud* et contiennent ce que M. Burckhardt appelle le faciès nord, à cause de sa position géographique actuelle. Cette expression, de même que la deuxième, pouvant causer des confusions, je remplacerai dans la suite l'expression de faciès sud par celle de *faciès S*, et le faciès nord par l'expression de *faciès N*.

Le faciès N est nettement localisé dans les plis ou nappes qui occupent les chaînes septentrionales, le faciès S dans les méridionales. Dans les montagnes au nord du Klönthal, la nappe inférieure de Glaris (Deyenstock) est caractérisée par le faciès S. Que cette nappe vienne du nord ou du sud, il est *incontestable* que ces affleurements à faciès S se continuent par ceux de la base (sous le Nummulitique) du Gros Fahrlen (est de Näfels) et ceux-ci dans les Churfirsten. Or, dans cette dernière chaîne, c'est le faciès N qui est développé, autant qu'on peut en juger d'après les travaux de Moesch [2]. Toutefois si nous comparons tout le Crétacique des Churfirsten à la succession des couches trouvées par M. Burckhardt, nous constatons, toujours d'après Moesch [3], que le faciès N n'est pas absolument pur. Ainsi, l'Aptien supérieur en est absent, puis le Valangien possède, par places, il est vrai, un calcaire ressemblant à l'Urgonien (Gambsberg). Mais ce ne sont là que des

1. M. Burckhardt me communique que l'indication de Cénomanien au Köpfler est une erreur due au lithographe. Les points rouges de la carte auraient dû se trouver dans le jaune du Nummulitique.

2. Moesch. Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuss- und Kienthal. *Mat. Carte géol. suisse*, 24e livr., IIIe partie, 1894.

3. Moesch. *Mat. Carte géol. suisse*, 14e livr., IIIe partie, 1881.

variations relativement peu importantes. Elles nous montrent toutefois que le faciès S *doit passer au faciès N* vers le nord, puisque les couches sont continues, coupées seulement par la vallée de la Linth et le lac de Wallenstadt.

Or, que représentent les Churfirsten dans la théorie du pli unique de Glaris? *Ils représentent la tête anticlinale, le pli frontal (ou une digitation de celui-ci) de la grande nappe poussée vers le nord*, ainsi que je l'ai démontré, en faisant remarquer que, dans ces Churfirsten, la nappe supérieure, dont nous connaissons le pli frontal regardant vers le nord, se joignait à la nappe inférieure, pour finalement n'en faire plus qu'une seule, dans l'est de la montagne.

Nous n'avons plus qu'une simple déduction à faire pour résoudre le problème, à savoir : *les Churfirsten, parties des nappes de Glaris poussées vers le nord, semblent liés au Sentis par les massifs crétaciques du Gulmen* [1]. Le Gulmen fait partie de la nappe supérieure de Glaris. Le Mattstock appartient aussi à la même nappe. La nappe inférieure se continue au pied de ces nappes, le long du lac de Wallenstadt, jusqu'au Strahlegg; *elle disparaît momentanément à la vue sous les eaux du lac, mais elle sort de nouveau, un peu plus à l'ouest, dans le petit pli de Fly. Celui-ci est la continuation évidente du pli de Wageten* [2].

Nous arrivons donc par des voies très détournées à la solution du problème. La réponse, basée sur les travaux nombreux de mes prédécesseurs, ne peut être à mes yeux que la suivante : *La nappe inférieure de Glaris sort, à partir de la Linth vers l'ouest, en avant de toutes les autres nappes. Le pli frontal forme les chaînons discontinus qui, du Wageten, s'étendent par le Pilate, la Schrattenfluh et le Justisthal jusqu'au lac de Thoune.*

Peut-être que, plus loin vers l'ouest, ce pli rejoint celui des Diablerets ou de la Dent du Midi-Morcles. C'est ce que les travaux futurs montreront.

A l'ouest de la Linth, le pli frontal de la nappe inférieure de Glaris disparaît presque totalement; à la surface du sol on ne voit que le pli frontal de la nappe supérieure, constituant le Sentis.

Ainsi les premiers plis frontaux des Alpes du versant nord de la Suisse, dans lesquels on aurait pu croire que les grands phéno-

1. Ils ne sont séparés à la surface, à part le grand synclinal de Wildhaus, que par le Flysch anticlinal de Auf der Höhe.

2. Ce pli ferait un angle rentrant au passage de la Linth. C'est un phénomène fort fréquent dans les vallées, qui a été décrit par M. Marcel Bertrand et que j'ai montré de mon côté. La nappe supérieure forme aussi le même angle, particulièrement bien visible sur la carte au 1/100.000.

mènes des nappes n'étaient pas représentés, ont la même origine que le reste du versant nord. *Ces plis de la chaîne du Pilate sont les têtes, émergées du Flysch, de la nappe la plus profonde.*

Ce gigantesque phénomène ne paraît pas avoir échappé à l'esprit critique et voyant de M. Suess. Je crois ici n'avoir fait que développer l'idée renfermée dans une phrase du grand savant viennois, qui, en décrivant le panorama du Hohentwiel, s'écrie : « Et au-delà de l'Untersee, derrière la sombre silhouette de la ville de Constance et la surface miroitante du lac, s'échafaudent les grands plis du Sentis, *semblables à un flot montant de l'écorce terrestre en mouvement* » [1].

***

Une objection viendra immédiatement à l'esprit. Beaucoup de mes confrères ne voudront pas se résoudre à discuter ainsi la position de montagnes qui, comme le Sentis et le Pilate, semblent avoir l'aspect de barrières bien enracinées. M. Burckhardt [2] n'a-t-il pas montré justement que ces premiers plis sont bien sur leurs racines? J'avais considéré sa démonstration comme absolue, lorsque j'écrivais mon ouvrage sur le Chablais. Il est aisé cependant de montrer que les plis si bien étudiés par M. Burckhardt *n'ont pas l'aspect normal de plis du front d'une chaîne qui s'éteint, se meurt dans une plaine.* Ces premiers plis frontaux ne montrent-ils pas de puissantes et étranges dislocations? Tantôt c'est l'Urgonien qui s'écrase, est laminé, tantôt ce sont des fragments isolés de Sénonien transportés en plein Flysch. Combien y a-t-il de petites failles, de plans de frictions! Il est des croquis de l'auteur qui rappellent de vraies injections (fig. 28 *c*, 28 *d*). Et les coupes du Pilate, par Kaufmann, ne montrent-elles pas, comme celles du Sentis, d'Escher, ce caractère d'étirement et ces empilements cinq à six fois répétés, par places, de coins urgoniens dans le Néocomien! Les énormes murailles de ces deux montagnes rappellent étrangement le style des grands plis frontaux des Diablerets et dans leurs détails elles font penser au front nord des Préalpes médianes. Comme dans les Diablerets, comme à Morcles, comme à la Dent du Midi nous y voyons ce développement si considérable des terrains néocomiens, comme s'ils s'étaient accumulés dans les charnières, par une sorte d'entassement par nourriture, laissant en arrière les roches dures du Jurassique. Ce phénomène a été admirablement démontré par les coupes de mon ami M. Ritter dans la vallée de l'Arve.

1. Suess. La Face de la Terre, vol. I, p. 261.
2. Burckhardt. Die Kontaktzone von Kreide und Tertiär, etc. *Mat. Carte géol. suisse*, 32e livraison, 1893.

Quelle différence n'y a-t-il pas entre ce front des premiers plis des Alpes suisses et la disparition graduelle des plis des Alpes françaises du Génevois, des Bauges, de la Chartreuse, du Vercors, du Diois, de la Drôme ! Ici c'est l'effacement successif des plis que nous voyons; en Suisse, c'est le contact brutal, le déchirement. Quelle différence encore entre ces plis alpins et ceux du Jura qui leur font face et qui s'enfouissent, en mourant lentement sous la plaine molassique. Et ces contrecoups intenses qu'a subis la molasse de la Suisse comparés à l'allure tranquille de ce terrain, en avant du Génevois et des Bauges par exemple ! Ce sont d'autres phénomènes dont ont été victimes les plis frontaux de la chaîne suisse. Un autre mécanisme est apparu, ou plutôt une action inconnue dans les Alpes françaises se présente ici. *Le vrai front autochtone de la chaîne est partout invisible, il est caché en profondeur* et ce que nous voyons en surface ne sont que les têtes de nappes de recouvrement émergeant de l'intérieur de la chaîne des Alpes.

Il est encore une autre objection que l'on pourrait m'opposer, c'est celle qu'on baserait sur les découvertes de M. Lorenz [1] dans le Fläscherberg, sur les bords du Rhin. L'étude de cette montagne a amené l'auteur à remplacer la notion du double-pli glaronnais par celle extrêmement compliquée du pli circulaire (« Bogenfalte »). Je la tiens pour inconciliable avec tout ce que nous connaissons de l'ensemble de la chaîne alpine.

J'oppose tout d'abord à la conception de M. Lorenz un premier fait, tiré de ses propres recherches et qui me semble contraire à ses conclusions. Les plis du Fläscherberg sont déversés vers le nord-ouest, si bien que M. Lorenz a orienté sa coupe de détail dans cette direction. Des plis, ou plutôt des sections de plis, comme ceux qu'offre la petite montagne en question, *ne peuvent pas être déversés dans plusieurs directions*. Il n'y en a qu'une seule : c'est vers le nord-ouest. M. Lorenz, dans les coupes rayonnantes qu'il a publiées [2] du pli circulaire de Glaris, oriente la

1. Lorenz. Monographie des Fläscherbergs. *Mat. Carte géol. suisse*, 40e livr., 1900.

2. Lorenz. *Loc. cit.*, pl. IV. M. Lorenz fait remarquer qu'il y a dans le Fläscherberg deux sortes de plis se croisant à angle droit. Il compare ce phénomène à celui décrit par Burckhardt. Nous avons fait justice des plis transversaux du nord du Klönthal. Le deuxième système de plis de M. Lorenz consiste simplement en inflexions d'axe. Comme lui, j'ai montré, dans mon ouvrage sur les Bauges, que ces inflexions ont été probablement antérieures au plissement définitif, mais ces inflexions ne sont pas à opposer et à placer sur la même ligne que les plis que chacun a admis jusqu'ici. Si nous confondions les inflexions et les plissements, nous aurions des « Bogenfalten » un peu partout.

coupe du Fläscherberg dans la direction de poussée qui est nécessaire pour étayer son hypothèse (Profil II). Or, cette direction n'est pas le nord-ouest, ainsi que les plis l'indiquent, mais le sud-ouest. Ceci suffit pour infirmer *complètement* l'hypothèse en question.

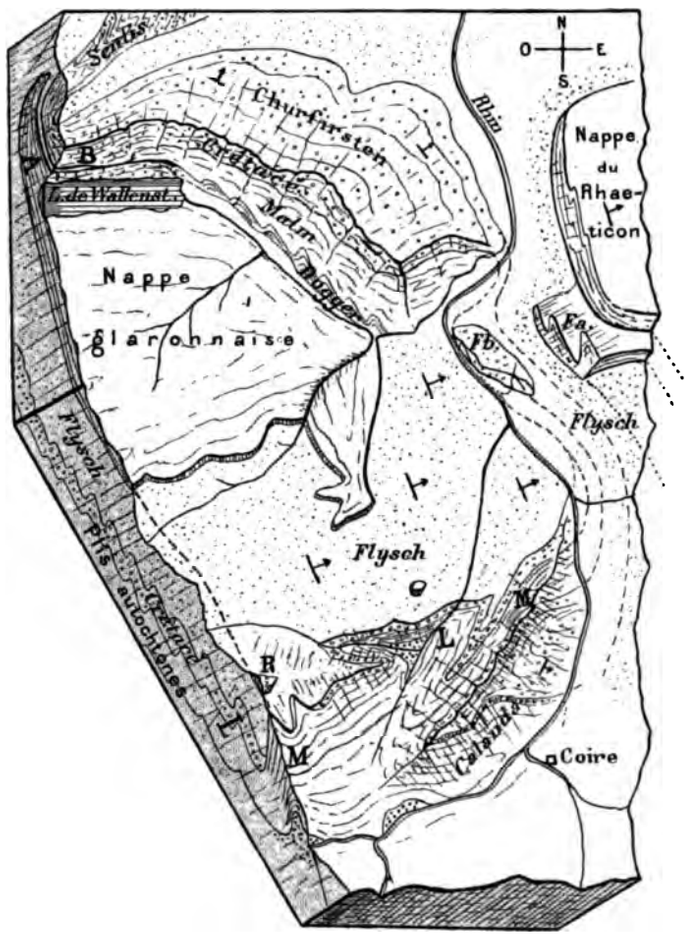


Fig. 11. — L'extrémité E. de la nappe de Glaris disparaissant sous les nappes du Falknis et du Rhäticon.

A, Nappe inférieure glaronnaise ; B, Nappe supérieure ; LL, Premier pli autochtone ; MM, Pli dit pli sud du double pli, soit racine des nappes de Glaris ; R, Ringelspitz ; Fb, Fläscherberg ; Fa, Falknis.

En outre, M. Lorenz, toujours pour étayer l'hypothèse de son pli circulaire, donne une coupe (Profil IV) qui n'a *jamais été*

observée sur le terrain. Le pli qu'il suppose est formé à 90 degrés du plus voisin, observé dans l'extrémité de la chaîne du Calanda, ce qui est évidemment inadmissible.

Ainsi l'*hypothèse de la « Glarner Bogenfalte » est combattue par les propres résultats des travaux de son auteur.*

Dans ces conditions, que représente le Fläscherberg? *C'est un fragment du flanc normal de la nappe de Glaris, le dernier reste visible avant l'enfoncement général de cette nappe, au-delà du Rhin, sous les montagnes du Vorarlberg.*

C'est la répétition de ce que nous montrent les Alpes vaudoises quand nous constatons la pénétration du pli de Morcles sous celui des Diablerets et la pénétration de celui-ci sous la nappe du Mont Gond-Wildhorn. Ce sont les mêmes phénomènes que M. Ritter a décrits le premier dans les Alpes de Savoie. Ce sont eux, toujours les mêmes, qui ont donné lieu aux mêmes erreurs : confusion du plan incliné de la nappe — plan incliné obliquement ou transversalement — avec la direction de poussée. Ce sont eux qui doivent être interprétés à nouveau, conformément à la même vue générale.

La fig. 11 indique quelle est la position du Fläscherberg dans la grande nappe glaronnaise.

D). *La nappe du Falknis.*

Allons plus loin encore.

Dans un travail très récent [1], M. Lorenz donne le résultat de ses très belles recherches dans le Rhäticon. L'auteur insiste encore sur son hypothèse du pli circulaire, puis il décrit les nappes du Falknis et les bords de celle du Rhätikon. Voyons si ce dernier travail présente des résultats qui peuvent être opposés à notre théorie du déplacement général vers le nord.

La ressemblance avec le Chablais est ici complète. Sur les plis à *faciès helvétiques*, que le dernier témoin du Fläscherberg représente, s'élève le massif du Falknis avec les *faciès chablaisiens*, les faciès des Klippes (faciès vindéliciens). La position relative des masses est la même, ainsi *la nappe des Préalpes médianes se retrouve ici à la base du Rhäticon en repos sur les plis des Hautes Alpes calcaires.*

C'est là un fait d'une très grande importance, dont nous sommes redevables aux géologues de Fribourg, à M. Steinmann et à son élève.

1. Th. Lorenz. Geologische Studien im Grenzgebirge zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. II. Teil, Südlicher Rhaetikon. *Naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br.*, Bd. XII, p. 34, 1901.

M. Lorenz suppose que ces plis sont aussi déversés vers le centre de son pli circulaire glaronnais. Examinons ses coupes. L'auteur dit que ces masses du Falknis se distinguent du Fläscherberg par leur structure en écailles. Cela est vrai pour une barre de Malm pincée à la base dans le Flysch ; mais ce n'est plus le cas dans la partie supérieure. Il n'y a qu'à considérer les coupes de M. Lorenz pour s'en convaincre. *L'analogie avec les Préalpes est complète.* A la base, l'écaille, comme dans la zone externe, plus haut les plis plus déjetés, mais d'un ordre semblable à ceux du Chablais.

Ces plis sont déjetés *vers le nord* et non vers le sud-ouest, comme le suppose M. Lorenz. Ici encore la démonstration est facile, avec des levés géologiques aussi soigneusement faits que les siens.

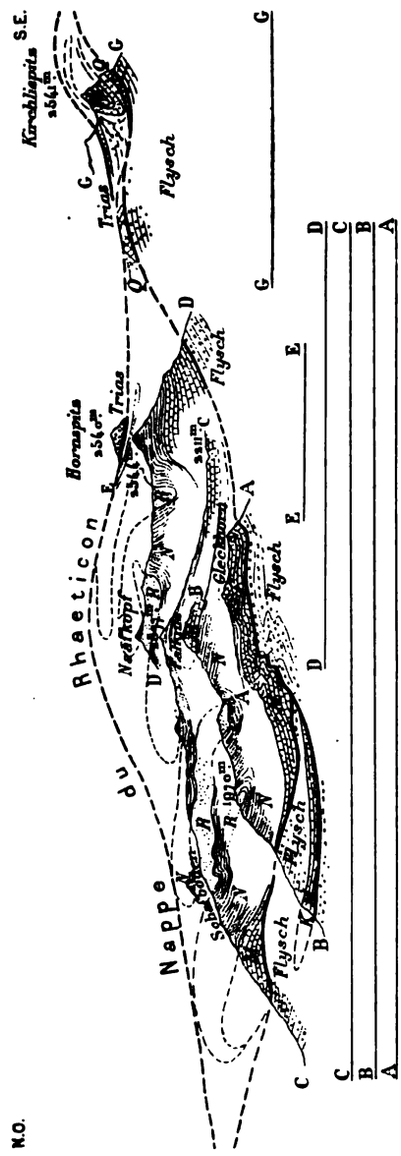


Fig. 12. — Les plis du Falknis ou Préalpes médianes de l'est, d'après les levés de M. Lorenz. Coupes superposées, orientées S.E.-N.O., montrant la disposition suivant une immense lentille plissée sur elle-même. — Echelle 1/100.000.

M, Jurassique supérieur ; *N*, Néocomien ; *R*, Crétacique supérieur (couches rouges) ; *Q*, Partie triturée (Quetschzone) comparable à la zone interne des Préalpes ; *K*, Ecaille de Malm comparable à la zone externe des Préalpes ; AA... GG, Niveau de la mer des coupes AA... GG.

L'auteur publie une série de coupes transversales les unes par rapport aux autres et se coupant. Les mêmes plis sont indiqués tantôt déversés au sud-ouest dans une des séries, tantôt déversés au nord-ouest dans l'autre. Il faut choisir, car des plis si courts ne peuvent être déversés dans deux sens. Or, le sens de la poussée indiquée par les quelques charnières visibles dans le Jurassique ou dans le Flysch du Falknis est *le nord*. Ce sont donc les coupes S.E.-N.O. de M. Lorenz qui s'approchent le plus de la vérité.

En superposant une série de coupes orientées sensiblement nord-sud, faites aussi rigoureusement que possible d'après les propres travaux de M. Lorenz, en ayant soin de prendre en considération le plongement général de l'axe des plis vers l'est. on voit (fig. 12) combien ces plis s'emboîtent admirablement les uns dans les autres et cela sans aucun artifice de dessin. C'est donc bien vers le nord ou le nord-ouest qu'ont été poussées les masses du Falknis. Elles sont les débris d'une nappe dont je rechercherai plus loin la position possible de la racine.

Cette direction du nord nous est indiquée par un accident remarquable. Dans la partie est du bord du Rhäticon s'étend un massif curieux, celui des Kirchlispitzen. C'est une tête anticlinale de Jurassique, enveloppée dans le Crétacique supérieur (Sénonien, couches rouges) et plongeant dans le Flysch. Par opposition à la masse du Falknis, où M. Lorenz veut voir des écailles et où j'ai montré des plis, il considère le style tectonique des Kirchlispitzen comme étant celui des Klippes. Il me semble que cette analogie est fort spécieuse. Les Klippes étant des débris de nappes morcelées par l'érosion, la même structure doit s'y révéler. Si la nappe était particulièrement disloquée, si elle montrait des lacunes de certaines couches dues à l'action mécanique, il en serait de même de la Klippe, c'est-à-dire du *lambeau de recouvrement*.

Les plis du Falknis sont nettement la continuation de celui des Kirchlispitzen, ainsi qu'en témoignent une série de petits fragments conservés entre les deux au pied de la paroi du Rhäticon. Or, l'anticlinal plongeant qui nous occupe est orienté de l'est à l'ouest. Il provient donc ou d'une poussée du nord, ou d'une poussée du sud. Mais, comme ses couches plongent dans la direction du nord, il n'y a plus de doute : la tête anticlinale plongeante, c'est-à-dire complètement retournée sur elle-même, des Kirchlispitzen ne formait qu'un des plis de la nappe du Falknis avant la destruction de celle-ci par l'érosion, tête semblable à ces plis retournés que M. M. Bertrand a cités dans la Provence et que j'ai montrés dans le front du massif de la Brèche du Chablais.

Ainsi la nappe du Falknis est, elle aussi, poussée vers le nord sur le Flysch du Prätigau, qui reposé lui-même sur la nappe glaronnaise.

E). *La nappe du Rhäticon et des Alpes de Bavière.*

Sur la nappe du Falknis en apparaît une autre. Elle est formée par les masses triasiques qui s'étendent du côté des Alpes bavaroises. Ainsi que la coupe naturelle de la vallée du Rhin le démontre, cette nappe nouvelle repose sur le Flysch, que l'on voit aussi pénétrer partout sous elle dans le bas de la vallée de Montafon. Cette nappe, elle aussi, ne peut venir que du sud. Il ne serait pas logique de ne pas admettre le mouvement vers le nord, après ce que je crois avoir démontré.

Dans l'Algäu et dans le reste de la Bavière, le Flysch pénètre partout sous les montagnes triasiques. De même que nous voyons sur le territoire suisse les nappes se relayer au front de la chaîne, celle du Rhäticon relaye la nappe glaronnaise. Celle-ci n'apparaît plus, dans les Alpes allemandes, que sous la forme de plis réguliers qui émergent du Flysch. Ils représentent la continuation du pli frontal du Sentis. A la vallée de l'Ill ces plis disparaissent *sous* la grande nappe triasique. Cette disparition est des plus remarquables. La nappe glaronnaise a pris fin à la surface du sol. Toutefois, elle paraît se continuer longtemps encore vers l'est. Près du Schliersee, au sud de Munich, quelques plis à faciès helvétique sortent du sol, pour disparaître aussitôt sous les contreforts du Wendelstein, masse triasico-jurassique, dans laquelle j'ai retrouvé la trace de beaux plis couchés, interprétés comme des failles par M. Eb. Fraas. Ce même Wendelstein repose sur le Flysch.

Enfin, pour montrer encore, sans insister davantage, la continuité vers l'est des phénomènes de recouvrement, je citerai le Lias, trouvé sous les territoires salifères des Alpes de Salzbourg, qui est d'un faciès différent de celui que l'on voit à la surface du sol.

Partout, sur le front nord de la chaîne alpine, de grandes vagues de la lithosphère se sont pressées, les unes sur les autres, dans la direction de l'avant-pays molassique.

***

Revenons à la vallée du Rhin.

Grâce aux travaux de Theobald, nous pouvons suivre le bord, coupé par l'érosion, de la nappe du Rhäticon. Nous la voyons contourner l'est du Prätigau sous la forme d'une énorme muraille.

De Klosters la nappe s'avance manifestement sur son substratum de schistes des Grisons, en formant l'important massif des montagnes d'Arosa. Partout, dans le fond des vallées de Plessur et de Parpan, nous voyons ces schistes pénétrer sous la masse dont les plis sont déversés *vers le nord-ouest*, ainsi que l'on peut s'en assurer en examinant les tracés géologiques de Theobald. Les plis ne suivent pas le bord de la nappe ; ils sont nettement interrompus par ce bord, c'est-à-dire coupés par l'érosion à leur extrémité. Ainsi, la nappe du Rhäticon est encore en liaison avec sa racine, qui ne peut se trouver que vers le sud-est, peut-être sous les montagnes gneissiques de l'est de la vallée de Davos.

Le groupe du Falknis, avons-nous vu, représente, par ses faciès et sa position tectonique sur les nappes des Hautes Alpes, exactement ce que sont les Préalpes médianes dans le Chablais. *Dans ces conditions, la nappe du Rhäticon représente, au point de vue tectonique, la nappe de la Brèche du Chablais.*

Nous savons (p. 738) que vers le sud, sous le massif de la Brèche, les Préalpes médianes s'amincissent jusqu'à leur écrasement total, dans les montagnes du val d'Illiez par exemple. *La nappe du Falknis subit le même sort.* A partir de la Drusenfluh (Kirchlispitz), dans le Prätigau, elle ne paraît plus exister sous la nappe du Rhäticon, du moins si l'on se base sur les travaux de Theobald. Elle paraît détachée de sa racine par laminage, par étirement. Ainsi, nous trouvons partout la répétition des mêmes phénomènes, mais dans les Grisons nous pouvons espérer trouver *la racine* de cette nappe qui en est détachée. L'amorce de la nappe doit suivre celle du Rhäticon ; elle doit contourner, comme cette dernière, tout le Prätigau et elle doit s'enfoncer sous le massif d'Arosa. Là, en effet, ainsi qu'il résulte des travaux de Theobald, l'on voit, formant la chaîne qui s'étend du Rothhorn au Weisshorn, un grand anticlinal complexe de gneiss recouvert de terrains sédimentaires et de roches éruptives. Dans la vallée d'Urden, M. Steinmann [1] a, en particulier, rencontré du Malm à Radiolaires. C'est le même, me semble-t-il, que celui du Falknis.

En outre, un fait important vient encore à l'appui de notre hypothèse. Les montagnes d'Arosa sont caractérisées par un développement remarquable de roches basiques. Or, entre la nappe du Falknis et celle du Rhäticon se trouvent des gisements sporadiques de ces roches basiques, écrasés en lentilles. Ce sont

1. STEINMANN. Geologische Beobachtungen in den Alpen. *Naturf. Gesell. zu Freiburg i. Br.*, t. X, n° 2, 1895.

des fragments transportés vers le nord, derniers restes respectés par le laminage. On connaît de ces affleurements dans le Falknis, mais les plus beaux sont incontestablement dans l'Algäu, toujours à la *base* des montagnes triasiques qui sont la continuation de celles du Rhäticon. J'ai parcouru autrefois l'Algäu et j'ai étudié ces gisements, dont la position anormale m'avait intrigué. J'ai déjà fait remarquer [1] que ces gîtes n'étaient pas dans une position normale : « Ces roches sont situées sur la ligne de faille à laquelle s'arrêtent les masses triasiques de l'Algäu. Or, cet accident n'est pas dû à une faille verticale, mais à une vraie ligne de chevauchement.... Il y a donc une analogie frappante entre les gisements bavarois et les gisements chablaisiens ».

Je ne savais pas, en écrivant ces lignes, être si près de la vérité. Me serais-je douté qu'il régnait dans les Alpes du versant nord une harmonie aussi grandiose ! Aujourd'hui seulement nous commençons à voir l'étonnante simplicité du versant nord des Alpes. Qu'il y a loin entre notre temps et celui où de Saussure écrivait : « .... j'ai reconnu qu'on pouvait presque assurer qu'il n'y a dans les Alpes rien de constant que leur variété » !

***

La nappe du Rhäticon est encore attachée à sa racine, mais une immense partie a déjà été détruite par l'érosion. Elle devait s'étendre jadis sur *tout* le Prätigau par l'intermédiaire de la nappe du Falknis, entièrement laminée ou non, et celle-ci, en tout cas, devait recouvrir toutes les nappes glaronnaises, car elle représente les Préalpes médianes. Les Klippes d'Iberg (Schwytz), *avec leurs roches éruptives basiques*, nous montrent jusqu'où au moins s'étendait vers le nord l'une des grandes nappes supérieures de la Suisse. *Ainsi une partie de la racine des Préalpes médianes est connue.* Tôt ou tard, maintenant que la trace de cette racine est amorcée, nous la poursuivrons vers l'ouest à travers la Suisse, au sud des nappes du Chablais.

***

Ainsi que je viens de le montrer, les rapports du Prätigau et du Rhäticon sont tout autres que ceux que pensait voir M. Suess [2]. Il n'y a pas d'effondrement dans le Prätigau. Le Rhäticon a bien été charrié horizontalement. Lorsque, des hauteurs de la

1. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, pp. 39-40.
2. Suess. La Face de la terre, vol. I, pp. 179.

Scesaplana, on contemple les vertes collines du Prätigau, ce n'est pas une fosse d'effondrement que l'on domine, *mais le substratum, mis à jour par l'érosion, de la nappe charriée* sur laquelle on se trouve. Et ce n'est point une cassure qui limite ces terrains sédimentaires vers l'est, à leur contact avec les gneiss de la Silvretta. Ceux-ci ne forment que le noyau anticlinal de la nappe.

***

Dans le massif d'Arosa les plis de la nappe du Rhäticon sont poussés vers le nord-ouest ; dans les montagnes bavaroises ils regardent le nord. Cela nous explique peut-être pourquoi cette nappe, tout d'abord oblique à la direction de la chaîne, dans ses parties internes, finit par arriver sur le front. A partir de l'Ill, en Bavière, elle relaie toutes les autres nappes. C'est, en grand, ce que nous montrent les digitations de la nappe supérieure de Glaris au nord du Klönthal. Il semblerait que la nappe du Rhäticon soit comparable aux vagues de la mer, qui, poussées par un vent oblique vers le rivage, déferlent parallèlement à celui-ci. Ainsi, la grande nappe du Rhäticon se range parallèlement au *rivage* des Alpes, sitôt qu'elle l'a atteint.

V. — Le mécanisme des grandes nappes alpines

J'ai cherché à démontrer, dans les pages qui précèdent, que le versant nord de la chaîne alpine, de l'Arve jusqu'à Salzbourg, au moins, est formé par d'immenses nappes superposées. Sur toute cette grande étendue nous ne connaissons pas le front autochtone véritable : il doit être caché en profondeur. Les couches en place apparaissent sur le bord du massif cristallin de la première zone alpine. Elles forment les plis que l'on voit sous le Flysch de la nappe inférieure de Glaris, puis, toute la chaîne qui, du Tödi, s'étend en un cortège de hauts sommets par le Titlis, la Jungfrau et le Breithorn. Nous voyons encore ces couches en place sous le pli couché de la Dent de Morcles et de la Dent du Midi. Enfin elles s'épanouissent dans les chaînes du Genevois, les Bauges et la Chartreuse, où elles rejoignent les premiers plis du Jura.

1. — A propos du Flysch

L'une des grandes singularités des nappes charriées est l'abondance du Flysch, sur lequel et dans lequel elles paraissent avoir

progressé. Ce terrain présente, en outre, des brèches à cailloux exotiques, sur lesquelles on a beaucoup discuté. M. Sarasin [1] a montré que les cailloux cristallins de ces brèches ne pouvaient provenir que du sud, ce qui a fait supposer à M. Schardt que ce Flysch devait sa formation à des mouvements orogéniques, qu'il provenait de la destruction des nappes au fur et à mesure de leur avancement dans les eaux de la mer éocène. J'ai autrefois essayé d'étayer cette hypothèse en montrant que les brèches à blocs exotiques avoisinaient toujours les plans de chevauchement. Après l'étude générale que nous venons de faire on sent combien cette explication est peu satisfaisante. Les raisons qui m'obligent à chercher une autre interprétation de l'origine du Flysch sont basées sur la liaison intime des nappes de recouvrement des Hautes Alpes avec les nappes préalpines. C'est le *même* phénomène qui a été la cause de l'avancement vers le nord des deux groupes de nappes. Le Flysch des Hautes Alpes aurait dû tout aussi bien se former aux dépens des nappes de ces montagnes, qu'il s'est produit, dans l'hypothèse citée ci-dessus, aux dépens des nappes préalpines. Dans le Flysch qui soutient la nappe glaronnaise nous ne trouvons pas de blocs exotiques. Ceux-ci n'apparaissent dans les synclinaux des Hautes Alpes que lorsque ces plis contiennent des lambeaux de recouvrement, soit des Klippes, de la nappe préalpine, comme à Habkern.

J'arrive donc à l'idée que le Flysch à blocs exotiques des Préalpes est un terrain qui a été transporté par les grandes poussées vers le nord, comme tout le reste, *mais qu'il était déjà formé avec les caractères que nous lui connaissons avant le charriage*.

Je rends ici un juste hommage à mon collègue M. Haug qui s'est élevé vigoureusement contre cette hypothèse de la formation du Flysch aux dépens des nappes charriées. « Il est difficile, dit-il, de se figurer comment la nappe de recouvrement des Préalpes est à la fois postérieure au Flysch, puisqu'elle repose sur ce terrain, et contemporaine, puisqu'elle a fourni les éléments à sa sédimentation » [2]. Aujourd'hui, en me basant sur les résultats obtenus par l'étude comparée que je viens de faire, je ne puis que me ranger à l'opinion de mon savant ami de la Sorbonne. Le Flysch des Préalpes est le terrain le plus récent qui ait été charrié.

Par les recherches que mon élève M. Roessinger a faites dans

1. Sarasin. De l'origine des roches exotiques du Flysch. *Arch. Sc. phys. et nat.* Genève, 1894.

2. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vand. Sc. nat.*, vol. XXXV, p. 159, 1899.

la zone interne des Préalpes, recherches que j'ai contrôlées, nous distinguons toujours aisément les produits les plus écrasés des écailles d'avec les brèches du Flysch. Lorsque les écailles s'étirent jusqu'à ne plus former que de gros blocs épars dans le Flysch, lorsqu'elles sont réduites à des brèches de dislocation, celles-ci se distinguent *toujours* des brèches du Flysch à lits réguliers.

Je crois maintenant que les arguments de M. Haug se rapprochent beaucoup plus de la vérité : « Je conçois, dit-il, que l'on attribue à une nappe de recouvrement en partie détruite par les agents atmosphériques, des blocs exotiques épars à la surface du Flysch ou englobés dans les couches tout à fait supérieures de ce terrain, comme ceux de Habkern ou ceux qui entourent les Klippes d'Iberg, mais il m'est impossible de concevoir le rapport qui peut exister entre une nappe de charriage et des blocs disposés en lits réguliers alternant avec un Flysch à éléments fins, et pourtant beaucoup des brèches du Flysch se présentent dans ces conditions » [1].

La distinction que fait M. Haug est très importante. Il y a brèche et brèche dans le Flysch. Les unes, qui se trouvent à la base des nappes sous la forme de gros blocs exotiques, peuvent n'être, à la rigueur, que des brèches de dislocation formées pendant la marche de la nappe aux dépens de la base, résultat d'un laminage extrême. C'est ainsi que l'on voit dans la région de Lauenen, que l'on constate dans les Klippes du Val d'Illiez, *en plein Flysch*, des alignements de blocs d'une roche plus ancienne, particulièrement les roches dures. Ce sont des débris d'écailles étirées en lentilles. A cause de l'absence du flanc médian, la trituration n'a pu s'effectuer qu'aux dépens des terrains les plus inférieurs des nappes, en contact par conséquent avec le Flysch. Mais la brèche qui se forme ainsi n'est pas synchronique du dépôt de Flysch, elle s'est formée par voie mécanique après et peut-être longtemps après le dépôt de celui-ci.

Toutes autres, en effet, sont les brèches comme celles qui forment le Niesen, comme les brèches-poudingues de la zone externe des Préalpes. Ce sont des roches formées en couches régulièrement superposées, comme celles que l'on voit, en repos normal, dans le grand synclinal de la Simme (poudingue de la Mocausa). Ces brèches et poudingues se sont formés en place dans l'intérieur de la chaîne sous leur forme actuelle. On les connaît du reste en place dans l'intérieur des Alpes, le long d'une grande bande qui se pour-

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses, p. 159.

suit des Aiguilles d'Arves au Chapieux, en France, et se continue probablement jusqu'en Italie. MM. Kilian et Révil [1] signalent la parenté de cette brèche avec celle de Chatillon en Savoie, dernier affleurement, dans les Préalpes du Chablais, de la brèche du Niesen.

Je ne crois pas devoir insister davantage sur la remarque importante et décisive faite par M. Haug. Elle se justifie pleinement en distinguant deux terrains probablement fort différents.

2. — A propos des remarques stratigraphiques de M. Haug

M. Haug s'oppose à la théorie de la nappe de charriage préalpine, en raison de la parenté des terrains des Hautes Alpes et des Préalpes. Je tiens à dire combien plusieurs des arguments de mon savant confrère et ami sont légitimes et ont été pleinement confirmés en ce qui concerne les zones interne et externe des Préalpes. Avec M. Roessinger, j'ai retrouvé dans les Alpes de Lauenen, c'est-à-dire dans la zone interne, *tous* les terrains de la zone à faciès helvétique voisine, et l'on a vu plus haut que c'est là dans les versants de la vallée du Rhône, que j'ai trouvé la racine. M. Haug a donc raison lorsqu'il objecte que les terrains des Préalpes des zones interne et externe ne sont pas si exotiques que nous avions cru l'établir. J'ajouterai encore que la découverte que j'ai faite du passage du faciès urgonien au faciès barrémien, en allant vers le sud, dans le massif des Wildstrubel, apporte une nouvelle clarté dans la question du Néocomien à Céphalopodes de la zone interne des Préalpes vaudoises.

L'origine des zones interne et externe des Préalpes me paraît résolue [2]. Il reste la question de la région des Brèches jurassiques et des Préalpes médianes.

***

Avant d'aller plus loin, quelques considérations s'imposent.

Je viens de montrer que les Préalpes médianes sont, dans l'est, représentées par le massif du Falknis, et la région de la Brèche par la grande nappe du Rhäticon. Les Klippes d'Iberg sont, elles aussi, liées à l'histoire de la nappe du Falknis par la présence des célèbres roches éruptives basiques, qui, nous l'avons vu, se rencon-

1. Kilian et Révil. Une excursion géologique en Tarentaise. *Bull. Soc. d'hist. naturelle de Savoie*, 1893.

2. J'ai d'ailleurs trouvé dans les Hautes Alpes bernoises le faciès noduleux du Malm, équivalent des couches de Birmensdorf, que l'on connaît bien développé à Châtel-Saint-Denis, dans la zone externe.

trent dans les racines, soit dans les montagnes au nord de Davos. Ces roches se continuent dans l'Oberhalbstein. *Nous sommes ici au sud-est des Klippes d'Iberg et à 70 à 80 kilomètres de distance.* La liaison de la nappe du Rhäticon avec sa racine ne peut laisser de doute ; la manière dont la nappe du Falknis suit celle du Rhäticon, dans son développement visible à la surface, ne peut laisser non plus aucune ambiguïté. Ces nappes, qui sont coupées par la vallée de Parpan (sud de Coire) et la vallée de l'Oberhalbstein, se continuaient vers l'ouest ou le sud-ouest.

A mesure que nous allons de l'est à l'ouest, du Falknis vers les Klippes, la racine s'éloigne de plus en plus (voir la carte, pl. XVII). C'est là un fait que nous devons considérer comme le résultat de l'érosion. Suivant les coupes nord-sud, nous constatons les distances suivantes :

1° Nappe du Rhäticon, en continuité parfaite avec sa racine, suivant une coupe qui passe par Klosters et la Sulzfluh.

2° La nappe est brusquement coupée comme à l'emporte-pièce et nous voyons, là où elle s'étendait, la région du Flysch du Prätigau. Suivant une coupe qui passe par la Scesaplana et Langwies, la distance qui sépare l'extrémité de la nappe du Rhäticon d'avec sa racine est de 30 kilomètres environ ; pour la nappe du Falknis, la distance est de 26 kilomètres environ.

3° La nappe est de nouveau entamée, dans la partie attachée avec la racine, par la vallée de Parpan et de l'Oberhalbstein, autrement dit, la partie sud semble reculer, parce que son substratum apparaît, grâce à l'érosion. Aussitôt les distances augmentent ; environ 60 kilomètres séparent la racine de la tête de la nappe, suivant le front supposé qui reliait Iberg au Falknis.

La vallée de l'Oberhalbstein est, en effet, caractérisée par de nombreux affleurements de roches basiques plus ou moins métamorphiques jusqu'à la schistosité (schistes verts et rouges des Grisons). Elles sont accompagnées de roches triasiques, comme le petit massif du Potschanga, supportées par les schistes des Grisons. Sous ces derniers, enfin, commence à apparaître l'immense massif cristallin de l'Adula. Les schistes des Grisons s'étendent jusqu'au col du Septimer et s'enfoncent vers l'ouest sous les massifs granitiques du Piz d'Err et du Julier. A la Maloggia, la superposition du granite sur le Trias et les schistes des Grisons est manifeste, d'après Theobald, dans le Monte di Gravasalvas. Là encore, je ne pense pas qu'il s'agisse d'un recouvrement vers l'ouest, ainsi que pourrait le faire croire le plongement des couches vers l'est. L'Oberhalbstein est comparable au Prätigau. La nappe s'enfonce

vers l'ouest, comme elle le fait au-dessus du Falknis; mais son mouvement doit être aussi vers le nord, toutefois, il est possible que la région granitique du Julier forme une nappe supérieure, indépendante de celle du Rhäticon. L'avenir nous réserve encore bien des surprises et tout laisse croire que c'est dans les Alpes orientales que les grands recouvrements paraissent s'être conservés dans leur ensemble, non morcelés. Si la région granitique du Piz d'Err est bien réellement charriée vers le nord, le phénomène prend une ampleur inattendue; c'est l'ensemble des Alpes de l'Engadine qui a été charrié.

Un certain nombre de faits parlent en faveur du déversement vers le nord. Au Falo, dans la vallée de Bergün, Theobald signale un lambeau de recouvrement de granite au nord des régions granitiques. Au Julier, le synclinal liasique du Val d'Agnelli, synclinal qui serait un pli secondaire de la nappe, est déversé vers le nord. Je n'irai pas beaucoup plus loin dans cette tentative de démonstration, je me contenterai de poser le problème dont les solutions définitives seront certainement grandioses. Il embrassera une grande partie des Alpes orientales.

Du reste, les déductions que nous sommes déjà à même de faire sont tout aussi considérables. En cherchant où se trouve la racine des nappes du Falknis et du Rhäticon, nous cotoyons, en vain, les flancs du Parpan et de l'Oberhalbstein. Ici nous sommes, à Tinzen, par exemple, à 70 kilomètres environ de la ligne qui relie les Klippes d'Iberg au Falknis, c'est-à-dire au front de la nappe détruite des Préalpes médianes. Au Septimer, nous sommes à une distance de près de 90 kilomètres. La nappe a dû se mouvoir sur ces énormes étendues. N'a-t-elle transporté que des terrains sédimentaires? Il n'y a pas de raison pour que ces grands mouvements se soient localisés dans les terrains tertiaires et secondaires à l'exclusion des masses gneissiques et granitiques. Ces masses énormes de poudingues à éléments cristallins de la molasse de la Suisse allemande sont-elles exclusivement des produits détritiques du Flysch? Il ne nous est pas possible de répondre. Quand nous voyons que du granite, comme celui du Piz d'Err, entre dans la formation de plis couchés, nous pouvons nous demander si l'immense région, actuellement détruite, des nappes préalpines, qui a couvert jadis entièrement les Alpes suisses, ne se présentait pas, avant l'érosion, sous l'aspect d'une vraie chaîne normalement enracinée? Nous reconstruisons ainsi par la pensée un ensemble qui, s'il était encore complet, présenterait à nos yeux quelque chose d'aussi gigantesque que ces Alpes de l'Engadine, amorce des Alpes orien-

tales. Et aujourd'hui que nous n'avons plus à notre disposition que les fragments de ces immenses nappes *nous n'hésitons pas à conclure*. L'hypothèse qui, de toutes les Alpes orientales, ne ferait qu'une ou plusieurs nappes de charriage paraît ainsi moins audacieuse.

Pour les Préalpes nous avons, il est vrai, la preuve directe, décisive, tandis qu'ici il nous manque un des éléments de la démonstration ; nous ne pouvons pas prouver que les granites aient été entraînés très loin. Si nous poursuivons notre hypothèse, nous voyons que ce serait au sud de l'Engadine qu'il faudrait rechercher la racine de la nappe du Rhäticon. « C'est à cette hypothèse invraisemblable et actuellement invérifiable, a écrit M. Haug [1], que seront obligés d'avoir recours les partisans des Préalpes ». On voit que mon savant ami, qui connaît si bien les Alpes, qualifie d'invraisemblable ce que je crois aujourd'hui vraisemblable. « Si donc, dit-il plus loin, le recouvrement des Préalpes venait à être démontré au moyen de preuves locales (et non par des arguments tirés de la tectonique des zones intérieures des Alpes occidentales ou de la nature des faciès), l'interprétation que l'on devrait donner de ce recouvrement et des relations entre les Préalpes et le Rhäticon serait bien différente de celle que M. Schardt a imaginée ». Si donc les preuves que j'ai données en me basant sur la coupe des vallées du Rhône et de l'Arve ne paraissent pas décisives aux yeux de mon collègue de la Sorbonne, celles tirées de la coupe de la vallée du Rhin sous le Falknis sont indiscutables. La vallée du Rhin, plus profonde que celle du Rhône, permet en effet de voir partout le Flysch sous la nappe. Le jour où l'hypothèse de la poussée vers le nord d'une immense région des Alpes orientales sera un fait acquis dans la géologie, mon savant ami aura sa part légitime dans l'énoncé de cette hypothèse hardie.

***

Cherchons à fixer l'emplacement de la racine des Préalpes?

Nous venons d'être conduits à évaluer à 70 à 90 kilomètres la valeur du charriage de la nappe du Rhäticon. J'ai donc le droit de pousser, au sud des Préalpes médianes, des investigations sur une distance de 70 à 90 kilomètres dans le but de trouver leur racine.

Cette recherche a déjà été faite par M. Haug. Tour à tour, il a

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses, p. 149.

montré l'impossibilité de trouver la racine tant cherchée, soit dans la zone des Aiguilles d'Arve et du Val Ferret, soit sur les massifs de l'Aar et du Gothard, soit sur la bande du Grand Saint-Bernard, moins encore sur le massif cristallin du Monte Leone et dans la zone des Schistes lustrés du Val Bedretto et du Lugnetz. Mon collègue et ami considère enfin la zone du Piémont. J'admets l'impossibilité probable de la découverte de la racine dans les régions que je viens de citer, sauf celle du Piémont, et là M. Haug, si précis, si concluant dans tout son très remarquable travail, hésite un instant. De la part d'un savant habitué à manier magistralement les questions de faciès cette hésitation indique, peut-être, la voie à suivre.

M. Haug dit que dans la partie méridionale de la zone du Piémont, les plis sont déversés vers l'est, c'est-à-dire vers l'intérieur de l'arc alpin. Si l'on examine les plongements déterminés par Rolle [1], on voit que le déversement décisif vers le sud-est se trouve à quelques kilomètres au nord de la zone des amphibolites d'Ivrée. La distance qui sépare ces points des Préalpes médianes est d'environ 80 kilomètres, chiffre voisin de celui que nous avons trouvé dans les Grisons, en suivant le bord continu de la nappe du Rhäticon. Il n'y a donc pas d'impossibilité à faire provenir les Préalpes médianes de régions si lointaines. Si nous suivons vers l'est la ligne ainsi amorcée, nous rejoignons sensiblement le Val Bregaglia et l'Engadine, c'est-à-dire que nous allons rejoindre la nappe du Piz d'Err. Au nord de cette ligne, le déversement vers le nord atteint une puissance considérable. Nous voyons des coins de Trias s'effiler dans le massif gneisssique de l'Adula. Ce sont de grands plis couchés vers le nord et non vers l'ouest, ainsi qu'il semble résulter de la coupe de Rolle. Ces longs affleurements triasiques du Val di S. Giacomo et du Val Mesolcina sont coupés parallèlement à leur direction de poussée, mais les nappes qui les constituent s'inclinent à l'est. Là encore, Rolle a fait la confusion, que nous avons plusieurs fois constatée, entre la direction de poussée et l'ondulation transversale des nappes [2]. Ces grands plis couchés s'amorcent au sud, sous le Piz Pombi pour l'un, sous le Piz

1. Rolle. *Mat. Carte géol. suisse*, 23e livr., 1881.

2. La direction méridienne des couches des Alpes tessinoises a frappé L. de Buch, Escher et Studer. Ce dernier pensait voir le résultat d'une schistosité ou la trace d'anciennes montagnes qui entouraient le Piémont avant la naissance des Alpes (Studer, Geol. der Schweiz, vol. I, p. 234). Il s'agit donc d'une disposition monoclinale due à l'inflexion des plis couchés perpendiculairement à leur direction de poussée. C'est le même phénomène qu'aux Diablerets, au nord du Klönthal, au Falknis, au Rhäticon, etc.

Stella pour l'autre. Les massifs gneissiques du Piz Pombi et du Piz Stella forment les noyaux anticlinaux de ces grands plis déversés vers le nord. Or, c'est le massif de la Suretta (Piz Stella), qui soutient les schistes des Grisons du Val d'Avers et de l'Oberhalbstein ; sur ces schistes apparaît la nappe granitique du Piz d'Err et du Julier, dont la racine doit être encore plus méridionale. Au sud, nous nous trouvons dans des régions aux couches très redressées, en particulier la zone d'amphibolites, qui s'étend de Gera à Bellinzona, et les gneiss qui la cotoient au nord. Le plongement est tantôt méridional, tantôt septentrional. Trouverons-nous dans cette disposition une impossibilité à la poussée vers le nord de la nappe préalpine? Non. Les couches déjetées vers le sud sont très redressées, et l'on peut facilement voir que, en coupe, la racine d'une nappe peut *localement* être déversée en sens inverse de la direction de poussée de la nappe.

Ainsi que l'a pressenti M. Haug, tout en combattant l'hypothèse à laquelle nous revenons, c'est bien sur cette zone amphibolique d'Ivrée ou dans son voisinage le plus immédiat que doit se trouver la racine des Préalpes médianes. En parlant de la Dent Blanche et du Mont Rose, mon collègue de la Sorbonne dit lui-même : « Il est possible et même probable que ces massifs centraux, disposés en dômes ou en éventails, aient constitué, avant leur démantèlement, les racines de grands plis couchés, déversés vers le nord, mais aucun de ces plis, en raison de leur faible développement longitudinal n'a pu former une partie quelconque de la zone des Préalpes, si ce n'est, tout au plus, les lambeaux de brèche jurassique du Chablais et du Simmenthal » [1].

Ainsi M. Haug, qui admet que la région de la Brèche du Chablais est un fragment de nappe de recouvrement, est obligé lui-même de chercher, bien qu'avec une contrainte évidente, la racine de la région des Brèches sur les hauts massifs valaisans. Or, il y a 60 kilomètres de la Dent Blanche à la Hornfluh et 70 jusqu'au Mont Rose.

C'est involontairement une pétition de principe que fait mon savant ami quand il dit : « mais aucun de ces plis, en raison de leur faible développement dans le sens longitudinal, n'a pu former une partie quelconque de la zone des Préalpes ». J'ai montré, en 1896, dans mon mémoire sur le Chablais, que les deux massifs de Brèche de la Hornfluh et du Chablais ne devaient former au début qu'une seule nappe. Cela fait 90 kilomètres de longueur de front.

1. E. Haug. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses.

Ce n'est pas peu de chose, et M. Tobler, trouvant des blocs exotiques de Brèche dans les Klippes de Schwytz, montre que cette nappe était encore beaucoup plus grande. Cela est vrai puisqu'elle rejoignait fort probablement celle du Rhäticon. Le peu de développement longitudinal des dômes centraux n'est pas non plus contraire à la formation des grandes nappes. Prenons par exemple le massif du Finsteraarhorn à ses deux extrémités. C'est sur lui que sont nées les nappes glaronnaises. Elles continuent à exister dans le grand ensellement qui sépare ce massif de celui du Mont Blanc, de même lorsque le massif du Finsteraarhorn disparaît sous les masses du Tödi.

En résumé, mon confrère, M. Haug, a montré avec son érudition habituelle que les Préalpes médianes ne peuvent provenir des montagnes valaisannes. J'ai montré de mon côté, en me basant sur les faits préalpins eux-mêmes, en me basant sur la direction de poussée, toujours vers le nord, des nappes des Alpes à faciès helvétique, en m'appuyant sur les faits si concluants des nappes du Falknis et du Rhäticon que les Préalpes médianes ne peuvent provenir que du sud. Il n'y a donc plus à choisir, alors même que notre esprit ne peut concevoir ces grands mouvements de 80 à 90 kilomètres, il faut les admettre. Les Préalpes médianes, *dans l'état actuel de nos connaissances,* ne peuvent provenir que de la région des schistes cristallins et des gneiss du Tessin, fort probablement de la zone d'amphibolites. Là elles s'étendaient, liées avec les nappes du Falknis, comme la région des Brèches est liée avec la nappe du Rhäticon. Telles sont les conclusions qui m'ont été suggérées par les travaux de mon savant confrère et ami [1].

3. — Le mécanisme des grandes nappes alpines

Est-ce en profondeur, est-ce en surface que se sont produits ces mouvements gigantesques de la croûte terrestre? Sont-ils localisés dans les parties superficielles de la lithosphère ou se continuent-ils encore plus bas? Il ne m'appartient pas de conclure, mais il est certaines notions qui paraissent s'imposer.

1. Il est possible qu'une partie de la zone interne provienne de la zone du Val Ferret, car le Flysch du Niesen ne contient guère que des roches de la première zone alpine. Le Flysch de la zone externe, avec ses cailloux de granite, lequel est semblable en tout point à celui des Alpes du versant sud, exige en tout cas un transport d'une région beaucoup plus lointaine.

A). *Les trois groupes de nappes des Alpes suisses*

Les nappes des Alpes se subdivisent en trois groupes très manifestement indépendants.

a) Les *nappes à racines externes*, comprenant les grands plis couchés de Glaris et leur continuation à travers toute la Suisse, dans les Wildstrubel, dans les Alpes vaudoises et jusque dans le Mont Joly où nous perdons leur trace. Dans ces nappes est comprise, en tout cas, une partie de la zone interne des Préalpes.

b) Entre les nappes à racines externes, ou à faciès helvétique, et les nappes préalpines, on rencontre un régime de grands plis couchés, souvent fort étendus, constituant, par places, de vraies nappes.

c) Les *nappes à racines internes* naissant sur une ligne plus méridionale et comprenant :

α. Préalpes médianes et leur continuation dans les Klippes de la Savoie, vers le sud-ouest, et les Klippes de la Suisse allemande et le Falknis, vers l'ouest ;

β. La nappe de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh, comprenant la nappe homologue du Rhäticon.

***

1° Les nappes à racines internes sont plus étendues que les externes; elles arrivent même à dépasser ces dernières vers le nord, confirmant ainsi, en grand, ce que nous avons vu pour les nappes des Alpes bernoises, c'est-à-dire que plus la racine est lointaine, plus est grand le chemin parcouru par la nappe. Dans l'ensemble, les nappes suivent cette loi qui paraît vérifiée, du moins dans les Alpes suisses [1].

La position des racines des nappes externes n'est pas difficile à

1. Il n'y a que le massif de la Brèche du Chablais qui présente une exception. Cette anomalie pourra peut-être s'expliquer le jour où l'on trouvera la vraie position de la racine. A partir de la Linth jusqu'à l'Aar, la nappe supérieure de Glaris fait aussi exception.

Dans les plis qui forment la nappe du Mont Joly, on observe aussi, d'après les coupes de M. Ritter, une semblable tendance qui, cependant, n'est pas absolue. Le « saute-mouton » des plis apparaît d'une façon schématique dans la Pl. I de cet auteur (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, vol. 9, Bull. 60, 1897-1898). L'escalade de la nappe supérieure est remarquable dans la coupe publiée par M. Kilian, d'après ses travaux et ceux de M. Haug (Kilian et Haug, *C.-R. Ac. Sc.*, 7 août 1899, et Kilian, pl. I, *Bull. Serv. Carte géol. de Fr.*, t. XI, Bull. 75, 1899-1900).

déterminer par rapport aux éléments voisins considérés comme stables. Ces racines avoisinent toujours les moles cristallins de la première zone alpine. Les nappes des Alpes vaudoises et bernoises prennent racine sur le versant sud de la prolongation du massif cristallin du Mont Blanc, plus loin à l'est sur l'axe ou le versant sud du massif du Finsteraarhorn. Il en est de même des nappes glaronnaises. MM. Bertrand et Ritter ont montré que les plis du Mont Joly naissaient de l'extrémité du massif cristallin du Prarion.

Quand les massifs cristallins plongent dans la profondeur du sol, les nappes n'en continuent pas moins. Elles épousent, par leur forme en voûte surbaissée, la forme du massif invisible qu'elles recouvrent.

Dans ce vaste « déferlement », des nappes à racine externe, vers l'extérieur de la chaîne, il paraît incontestable que les massifs cristallins hercyniens ont joué le classique rôle du horst, de l' « écueil ». On dirait que, ne pouvant satisfaire à la poussée alpine, celle-ci s'est exercée avec plus de puissance sur les espaces voisins capables d'en être victimes. Le rôle passif des massifs cristallins semble apparaître plus nettement que jamais. Non seulement ils ont montré cette passivité que les célèbres travaux de M. Baltzer [1] ont bien mis en évidence dans son étude sur les coins calcaires du massif du Finsteraarhorn, mais ils ont encore été pour ainsi dire incapables de participer autant que le reste à la contraction. Celle-ci pour se satisfaire s'est alors exercée avec un redoublement de puissance sur les régions avoisinantes. Toutefois, les massifs cristallins de la première zone alpine n'ont pas été complètement indifférents. Leurs couches enracinées, verticales fort probablement, se sont laminées vers le haut ou vers le bas; la résultante de la poussée a agi ainsi perpendiculairement, ou à peu près, à la direction de cette poussée.

***

2° Entre les nappes à racines externes ou nappes de la première zone alpine et celles à racines internes, s'étend la grande région des Alpes valaisannes, formées de grands plis déversés, bien manifestes dans les vallées latérales du Valais. Ces plis peuvent même se coucher, présenter des allures de nappe, comme dans l'exemple remarquable du Simplon, où l'anticlinal des gneiss d'Antigorio est couché sur plus de cinq kilomètres, pour atteindre 20 kilomètres

1. Baltzer. Der Kontact zwischen Gneiss und Kalk in den Berner Alpen. *Mat. Carte géol. suisse*, 20e livr., 1880.

d'après les travaux de Gerlach et une coupe de M. Schmidt. Vers l'est, ce pli considérable paraît cesser. Le massif tessinois apparaît comme un immense dôme. Si l'on regarde attentivement la carte, on s'aperçoit que le pli des gneiss d'Antigorio ne peut cesser aussi rapidement, mais qu'il se continue *invisible* sous les Alpes tessinoises, dont le dôme apparent *n'est fort probablement que la carapace, c'est-à-dire le flanc normal de l'immense pli couché.* Il est en tout cas certain que le grand pli couché se prolonge suivant sa direction axiale, très loin sous le massif du Tessin. Toujours est-il qu'à partir du Val Mesolcina, c'est-à-dire du Bernardin, un grand pli, couché vers le nord, ainsi que je l'ai montré plus haut, remplace le soi-disant dôme du Tessin et que ce nouveau pli du Tambohorn (très déversé, puisqu'il a donné lieu, suivant M. Heim, aux lambeaux de recouvrement du Steilerhorn) est remplacé, à son tour, dès le Splügen, par le dernier pli couché de la Suretta, celui qui, du Piz Stella, s'étend jusqu'à Andeer. Ainsi, à l'est et à l'ouest du « dôme tessinois », *partout où l'érosion a été assez profonde, nous voyons de très grands plis couchés.* Il devient évident alors que le dôme n'est que la carapace d'une grande nappe.

Revenons vers l'ouest.

On sait que, d'après les coupes de MM. Schardt et Golliez [1], le pli couché vers le nord de gneiss d'Antigorio du Simplon est recouvert par le pli du Monte Leone déversé en *sens inverse.* Ce phénomène m'a toujours paru étrange; il me le semble encore plus aujourd'hui, car nous trouvons là *l'unique fait* de ce genre dans les Alpes suisses, où il n'existe aucun autre pli en retour donnant lieu à une sorte de *double-pli.* Les coupes très semblables, publiées par MM. Schardt et Golliez, sont en accord complet avec les levés de Gerlach. C'est lui qui, le premier, a pressenti et a même dessiné, il y a près de vingt ans, l'anticlinal couché des gneiss d'Antigorio [2], le fait est donc indiscutable. Si l'on essaye de suivre sur la carte [3] les gneiss du Monte Leone, on les voit contourner par le Simplon, le noyau anticlinal des gneiss d'Antigorio. Autrement dit, nous constatons, chose absolument nouvelle et étrange, un pli qui, de N.E.-S.O., devient N.-S., pour se poursuivre O.-E. dans les montagnes qui dominent le flanc droit du Val de

1. SCHARDT. Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse, pl. X — GOLLIEZ. Id., fig. 87.

2. GERLACH. *Mat. Carte géol. suisse*, 26e livr., 1883. — Voir aussi : ZELLER, Ein geologisches Querprofil durch die Centralalpen. Bern, 1895; SCHMIDT. Geologie de Zermatt et sa situation dans le système alpin. *Arch. Sc. phys. et nat.*, t. XXXIV. Genève, 1895.

3. Feuille XVIII, Atlas géologique suisse.

Gondo. Cette constatation n'est pas conforme à ce que montre la profondeur, c'est-à-dire le grand pli de gneiss d'Antigorio poussé vers le nord ou le nord-ouest.

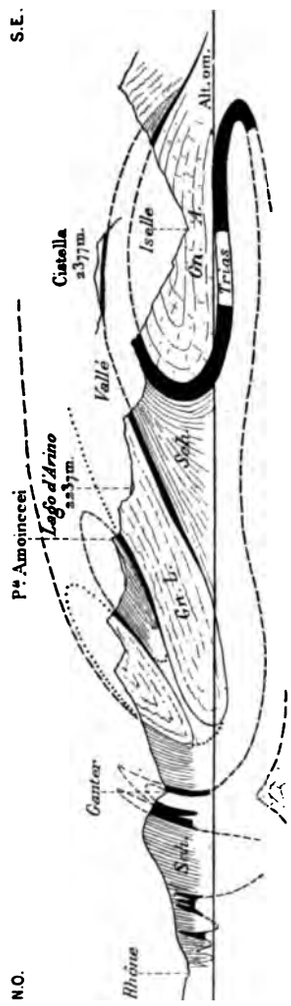


Fig. 13. — Coupe du massif du Simplon. — Echelle 1/200.000.
Sch., Schistes lustrés ; *Gn. L.*, Gneiss du Monte Leone ; *Gn. A.*, Gneiss d'Antigorio.
La ligne pointillée indique une deuxième solution possible.

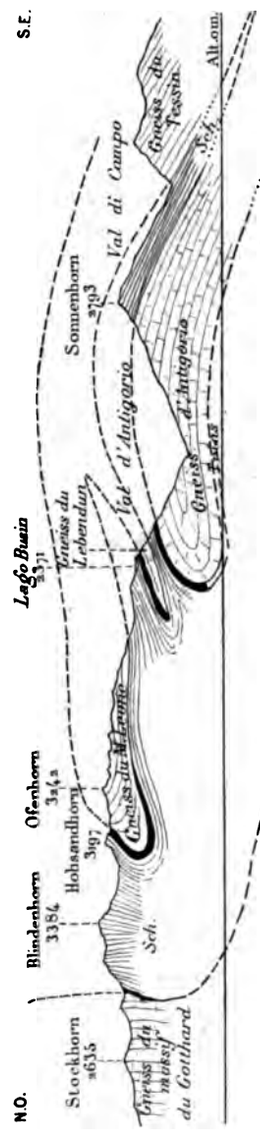


Fig. 14. — Coupe à travers le massif de l'Ofenhorn et le val d'Antigorio. — Echelle 1/200.000.
Sch., Schistes lustrés.

En outre, à son extrémité orientale, soit dans le massif de l'Ofenhorn, au moment où les gneiss du Monte Leone cessent,

nous les voyons s'étaler sur les Schistes lustrés (fig. 14). Ce n'est pas ainsi que finissent ordinairement les racines des grands plis couchés.

Tout reviendrait donc à considérer le massif du Monte Leone non comme un pli couché déversé vers le sud, mais *comme une tête anticlinale d'un pli supérieur à celui des gneiss d'Antigorio et s'amorçant en arrière de celui-ci* (fig. 13). La racine se trouverait dans cette bande de gneiss, qui, du village de Seehorn, se dirige vers Crevola.

C'est, on le voit, une explication nouvelle de la coupe du Simplon que je soumets à la critique. C'est une hypothèse plus satisfaisante à mes yeux que celle qui a été donnée par Gerlach et ses successeurs. Du reste, la percée du tunnel du Simplon vérifiera l'une ou l'autre de ces explications.

Si nous cherchons maintenant ce que deviennent vers l'ouest ces plis couchés, nous les voyons, grâce à l'enfoncement rapide du plan axial, disparaître sous le massif du Weissmies. De tels accidents ne peuvent se terminer brusquement. Ils doivent se continuer en profondeur. Or, vers le sud-ouest, nous voyons le dôme du Mont Rose. Nous pouvons nous demander si ce massif ne représente pas aussi la carapace d'un énorme pli couché analogue à celui du Simplon, analogue à celui que je suppose exister sous le massif septentrional du Tessin. L'état actuel des levés géologiques ne nous permet pas de nous prononcer, mais, quand on voit, au sud, dans le Val Gressoney, un grand synclinal de Schistes lustrés déversé vers le nord, le « dôme » apparaît comme un mode de plissement anormal au milieu de cet immense ensemble de plis couchés.

Le massif gneissique de la Dent Blanche, qui paraît déversé, sur le territoire suisse du moins, sur les Schistes lustrés, laisse voir que le phénomène continue à s'y développer. Il en est de même du massif gneissique du Combin, si nettement déversé vers le nord, sitôt que sa direction devient S.O.-N.E. (coupe du Val d'Herens).

Ainsi, une série de plis couchés paraissent se presser contre les massifs hercyniens de la première zone alpine. Ils n'ont pu les franchir [1]. Ce sort était réservé à des nappes plus internes encore.

***

3° Lorsque l'érosion nous permet d'étudier la racine des grands plis couchés, nous constatons un fait extrêmement important. Les

1. L'avenir montrera s'ils ont donné naissance à des écailles de la zone interne des Préalpes.

couches s'y montrent fortement redressées, beaucoup plus que la nappe, puisque celle-ci peut devenir horizontale et même plongeante, ce qui paraît du reste une loi assez générale, dans les Alpes du moins. Les coupes de M. Ritter sont, sous ce rapport encore, extrêmement démonstratives [1] Ainsi donc, si l'érosion vient à entamer considérablement les nappes, nous ne voyons plus sur le sol que des plis monoclinaux très redressés et très difficiles à discerner les uns des autres, tant la compression a été énergique.

Or, au sud du grand massif gneissique du Tessin, nous entrons justement dans un massif de couches très redressées, presque verticales, formées par des gneiss et par les amphibolites. Ce système, qui, vers l'est, se continue du côté de Bellinzona et de Chiavenna, qui, vers l'ouest, s'infléchit et passe au sud du Mont Rose, doit représenter les racines des nappes préalpines. Ces nappes si nomades ne peuvent venir que de là, car entre les nappes à faciès helvétique et ces régions s'étendent des nappes dont nous connaissons les charnières. Les couches de ces régions méridionales oscillent sur une certaine largeur autour de la verticale, puis le plongement se décide et nous voyons alors les plis nettement déversés vers le sud faisant partie du régime extra-alpin, c'est-à-dire des Dinarides, selon le terme employé par M. Suess.

***

Nous voyons donc que dans les Alpes suisses un écrasement s'est fait sentir partout avec un violent mouvement vers l'avant-pays molassique. Une seule bande paraît ne pas avoir été culbutée, c'est celle des massifs hercyniens de la première zone alpine. Tout le reste a fléchi devant cette immense poussée venue de l'intérieur de l'arc alpin. L'effet a été d'intensité variable, mais toujours il a plié les Alpes comme les panneaux d'un paravent couché.

Les nappes à faciès helvétique, c'est-à-dire les nappes à racines externes, ont réussi à franchir la ligne des horsts hercyniens. Les nappes centrales ont été arrêtées par cette sorte de barrière, dont elles sont séparées par un épais bourrelet de Schistes lustrés, qui

1. La nappe du Mont Joly cesse brusquement dans les environs d'Albertville. Le phénomène très constant des nappes à faciès helvétique qui se poursuit du Rhin à travers toute la Suisse jusqu'à l'Isère ne peut cesser brusquement, il faut admettre que l'érosion ne permet plus d'en voir le développement sur le massif de Belledonne et peut-être du Pelvoux. Les plis monoclinaux décrits par M. Termier dans les Grandes-Rousses sont peut-être les racines de ces nappes entièrement disparues. Peut-être arriverons-nous un jour à en faire la démonstration.

joue ici le rôle d'un Flysch secondaire. Les nappes à racine interne ou nappes préalpines ont réussi à vaincre la distance et peut-être l'obstacle, accompagnées par leurs immenses revêtements de Flysch tertiaire. Formés sans doute dans les mêmes conditions de sédimentation pélagique, les Flyschs triasiques et jurassiques, c'est-à-dire les Schistes lustrés, et le Flysch tertiaire ont joué le même rôle dans les manifestations tectoniques. Peut-être n'est-ce là qu'un concours de circonstances ; peut-être faut-il voir dans ce parallélisme, bien indiqué par M. Marcel Bertrand [1], le résultat d'un phénomène qui nous échappe encore.

B). *Le mouvement.*

Des nappes des terrains secondaires nous sommes descendus dans les nappes des terrains primaires. Aussi profondément que le permettent nos investigations, presque partout nous voyons se manifester la marche vers le nord. Où ce phénomène prend-il fin ? Toute la chaîne n'a-t-elle pas été portée vers l'avant-pays ? Est-ce en surface, est-ce en profondeur que se sont faites ces marches colossales ? Il est difficile de répondre. Dans mon ouvrage sur le Chablais je m'étais arrêté à l'idée d'un mouvement superficiel dû à la pesanteur. Aujourd'hui j'incline pour le mouvement tangentiel, comme mouvement de départ tout au moins. En effet, nous voyons qu'entre le pli couché de Morcles et ceux de Glaris nous possédons tous les stades de grandeur. La nappe inférieure glaronnaise s'étend sur trente kilomètres environ, et nous constatons que la nappe du Rhäticon, plus grande encore, est en continuité parfaite avec sa racine. C'est pourquoi je ne pense plus aujourd'hui que ces nappes en général se soient déroulées en abandonnant leurs racines. Toutefois, un mécanisme spécial permet cependant qu'elles marchent encore, alors que leur liaison n'est plus complète. Nous voyons, en effet, que la nappe des Préalpes médianes et celle du Falknis se laminent par places complètement, vers le sud, sous les grands recouvrements de la Brèche ou sous celui du Rhäticon. Cela s'explique de la manière suivante. Parties à la suite de mouvements indépendants, les deux nappes finissent par former une nappe unique dans leur marche. Si l'une est animée d'une plus grande vitesse que la voisine, elle peut communiquer son mouvement et entraîner plus rapidement cette dernière que le ferait sa

1. M. Bertrand. Structure des Alpes françaises et récurrence de certains faciès sédimentaires. *Congrès géologique international, VIe session*. Zurich, 1894.

propre marche. La nappe ainsi entraînée devient pour ainsi dire satellite. Son front marchant, grâce à la communication du mouvement de la nappe voisine, plus vite que sa partie radicale, il y a détachement. Le mouvement doit être différentiel pendant un certain temps, il se fait une lamination qui peut être totale. Ce sont de ces nappes devenues satellites qui se transforment en ce que nous avons désigné, à la suite d'une explication un peu différente, sous le terme de lames de charriage, dont l'amincissement et l'égrainement n'ont pas de limite. Les Préalpes médianes ont failli, ainsi que leur prolongation dans le Falknis, devenir des lames de charriage. Je dis failli, car nous ne pourrons jamais savoir si l'écrasement vers le sud, sous la nappe de la Brèche ou du Rhäticon, a été total.

Nous savons que dans la zone interne des Préalpes les laminages atteignent leur plus grande intensité. Il n'y a plus pour ainsi dire de contacts normaux. Partout des termes stratigraphiques manquent, mais ces absences sont certainement des lacunes tectoniques. Or, les nappes des Préalpes médianes et de la Brèche ont dû incontestablement passer sur cette zone interne. C'est peut-être là l'explication de ce laminage exagéré, résultat de mouvements différentiels souvent répétés.

Nous avons appris aussi que les Préalpes médianes et la zone interne ont subi l'influence des nappes des Hautes Alpes à faciès helvétique. Les plis frontaux de ces dernières, ainsi que je l'ai montré dans le chapitre premier, se répercutent dans les Préalpes. Les nappes à faciès helvétique, c'est-à-dire les nappes à racines externes, sont donc *postérieures* aux nappes préalpines et, en conséquence, elles se sont très nettement formées en *profondeur* après et peut-être aussi pendant le passage de ces nappes des Préalpes.

Nous voyons donc que, dans ces mouvements de transport, presque concomitants, ce sont les nappes les plus internes qui se sont formées les premières. Quand la contraction alpine s'est fait sentir, venant des régions méditerranéennes, deux zones ont tout d'abord cédé. Ce sont les zones de *première poussée*. L'une, très rapprochée de la poussée, a donné lieu à deux énormes plis couchés, nappes des Préalpes médianes et des Brèches ; l'autre a donné lieu aux premiers plis, qui ont cherché à franchir les espaces occupés en profondeur par l'ancienne pénéplaine hercynienne, ce sont les plis couchés de la zone interne des Préalpes. Ces premiers mouvements ont dû se faire sentir dans des régions relativement superficielles de l'écorce terrestre, puisque nous voyons que ces

premières nappes sont les plus élevées dans la série ; mais les masses de Flysch du Niesen, que l'on peut évaluer à plus de mille mètres de puissance, nous montrent que l'épais revêtement dans lequel se sont développées ces nappes devait être considérable.

C'est alors que prennent naissance les nappes les plus profondes. La poussée tangentielle continuant à se faire sentir se traduit, non seulement sur les nappes déjà en mouvement, mais elle fait encore naître d'autres grands plis de *deuxième poussée* qui, aussi, se subdivisent en deux séries. L'une se crée entre les deux zones de poussée maximale aux dépens des régions profondes des gneiss ; la deuxième se développe dans les terrains à faciès helvétique, en avant des racines des nappes de la zone interne des Préalpes et sous ces nappes, dans le voisinage des régions cristallines de la première zone alpine. On voit ainsi que la force tangentielle se serait exercée plus longtemps sur les zones et les nappes de première poussée, d'où, sans doute, leur développement si intense.

Enfin, la poussée, continuant à se faire sentir, donne lieu à une contraction plus intense encore. Les Alpes prennent enfin naissance en relief. Les nappes déjà plissées se plissent probablement encore davantage ; elles se bombent sur elles-mêmes, simulant même des dômes, et les massifs cristallins comprimés de la première zone alpine s'élèvent sur eux-mêmes par une croissance verticale de leurs couches déjà très redressées. Les nappes à faciès helvétique qui les recouvrent doivent alors se distendre ; d'horizontales, ou à peu près, elles s'incurvent sur ces régions cristallines des horsts hercyniens. Elles sont appelées à occuper une plus large surface que celle qui leur avait été donnée par leur propre extension ; elles doivent donc s'affaisser sur elles-mêmes par failles plus ou moins verticales. C'est là, probablement, la cause de ces failles si considérables que j'ai rencontrées dans les hauts massifs des Wildstrubel, là où les nappes sont encore conservées sur le massif cristallin hercynien.

Telle est, à grands traits, l'ébauche d'une théorie qui sera sans doute modifiée dans l'avenir, au fur et à mesure que nous connaîtrons mieux les rapports réciproques des nappes.

***

Les chaînes de montagnes naissent des grands géosynclinaux. Elles sont la réaction exagérée d'un phénomène qui s'exagérait trop. Nous devons donc voir dans ces immenses épaisseurs encore conservées de Flysch le dernier des sédiments si puissants qui emplissaient la grande dépression méditerranéenne. Ce serait

pendant l'Oligocène que ces mouvements considérables se seraient fait sentir, se perpétuant jusque dans le Miocène.

La molasse rouge et les poudingues aquitaniens disparaissent sous les Préalpes et sous le pli frontal de la nappe inférieure de Glaris. Or, on sait que les poudingues se sont formés aux dépens des nappes préalpines qui les recouvrent. Ainsi le mouvement de charriage paraît s'être effectué en surface dans le voisinage de la région molassique. Il se peut donc que le mécanisme superficiel que j'avais invoqué jadis se soit réalisé partiellement, mais sous une autre forme, c'est-à-dire que, sous l'influence de la contraction dernière, les masses qui s'étaient mues en profondeur se sont enfin trahies à la surface, entraînées peut-être vers l'avant par les mouvements plus profonds, c'est-à-dire par les grandes nappes des Alpes à faciès helvétique qui se développaient sous les nappes préalpines. Toutefois, surtout lorsque l'on considère les plis empilés du Môle, c'est-à-dire la partie la mieux conservée du front des Préalpes médianes, l'on sent que ces replis n'ont certainement pu se faire à l'air libre. Pour se contourner sur eux-mêmes il leur fallait un poids nécessaire que l'on peut, à la rigueur, trouver dans leur masse elle-même. Mais, tous les plis frontaux bien conservés se montrent, la plupart du temps, toujours ensevelis dans un terrain quelconque. Est-ce donc dans la molasse elle-même que sont venus s'empiler ces derniers plis frontaux des « vagues » alpines ? Il m'a toujours été difficile d'admettre que la molasse ait couvert jadis les nappes alpines, car jamais jusqu'ici elle n'a été rencontrée dans les pli-failles où elle aurait dû se conserver. Aujourd'hui que la question se pose de nouveau sous une toute autre forme, je me demande si ce n'est pas la molasse qui a formé la surface de raccord entre les nappes et l'avant-pays ? Les plis si intenses, parfois, que l'on voit dans la zone plissée de la molasse, accusent-ils peut-être l'existence de mouvements profonds ? Si oui, la molasse pénétrerait en synclinal sous les nappes. Nous serions ainsi amenés à considérer la fin du phénomène des grandes nappes par le mécanisme tout hypothétique suivant. Supposons la nappe arrivée à une dizaine de kilomètres de son emplacement actuel entièrement recouverte par son énorme manteau de Flysch. Le soulèvement vers le haut des noyaux hercyniens commence à se faire sentir, il met en saillie la nappe préalpine. Celle-ci s'érode dans ces régions surélevées et alimente de ses débris les épaisses masses molassiques qui se déposent sur la partie frontale et au loin en avant. La contraction alpine continue à se faire sentir. C'est alors que se déroulent les grands plis couchés des Alpes à

faciès helvétique, au moment où les Préalpes sont déjà détachées par érosion de leurs racines. Dans ces conditions, ce n'est plus sur les nappes préalpines que se fait sentir la force tangentielle, mais au-dessous, en arrière et en avant d'elles. Elles surnagent pour ainsi dire et accomplissent un mouvement relatif en bloc vers l'avant, sous la molasse qui se contracte sous elles. Ce mouvement se serait effectué sans amener nécessairement un plissement plus intense des Préalpes. Ce serait là, peut-être, la raison de l'absence de molasse dans leurs pli-failles. Arrive ensuite la mise générale en saillie, dernier mouvement de la contraction alpine, ainsi que je l'ai montré plus haut ; toute la molasse qui recouvre les Préalpes est démantelée, emportée, et le phénomène se modifie pour être celui qui apparaît aux yeux des géologues comme une des plus grandes manifestations de l'écorce terrestre. On voit combien le raccord de ces nappes avec la molasse est un problème spécial, tout aussi difficile à résoudre, sinon davantage, que celui qui nous a préoccupé jusqu'ici.

Ces dernières lignes ne sont que des hypothèses ; celles-ci sont nécessaires à l'esprit humain et cette nécessité sera ma seule excuse si un jour ou l'autre je dois, pour ces derniers phénomènes de raccord, modifier ma conception, comme je l'ai déjà fait.

NOTE AJOUTÉE PENDANT L'IMPRESSION

J'aurais voulu soumettre ce travail au fur et à mesure de sa rédaction à un de mes maîtres, M. le Professeur Heim. Je n'ai pu lui en faire part que quelques jours après son retour d'un long voyage, alors que le présent mémoire était sur le point de sortir des presses.

Nous avons discuté ensemble une bonne et mémorable journée en présence de ces superbes reliefs géologiques que possède le Musée de l'École Polytechnique de Zurich. Mais si les circonstances ne m'ont pas permis de bénéficier de la saine et utile critique que m'aurait adressée le grand géologue zurichois, et qui aurait amené un peu de perfection dans mon travail, je bénéficie cependant encore, à la dernière heure, de l'aide si aimable et si cordiale de l'auteur du « Mechanismus der Gebirgsbildung. »

De même qu'à Paris, mon ami si dévoué M. Haug m'a apporté le secours de sa conviction nouvelle, de même mon excellent et

vénéré maître M. Heim me donne l'appui de sa haute autorité et d'une nouvelle preuve d'estime en m'autorisant à publier la lettre ci-dessous.

Mon mémoire est certes critiquable en bien des points, mais, à voir les marques d'encouragement et d'approbation qui me sont témoignées, je crois n'être pas trop éloigné de la réalité. Ces pages, écrites si hâtivement en quelques semaines, ne doivent être considérées que comme une de ces lueurs d'aurore qui annoncent l'approche du grand jour.

Qu'il me soit permis de remercier ici encore un de mes maîtres, le professeur F.-A. Forel, pour l'aide considérable qu'il m'a prodiguée pendant ma rédaction.

Lausanne, 2 juin 1902.

Lettre ouverte de M. le Professeur A. Heim à M. le Professeur M. Lugeon

« Mon cher Collègue,

« Après que vous m'avez exposé votre essai d'explication des plis des Alpes calcaires de la Suisse et après les discussions que nous avons eues ensemble, j'ai examiné de nouveau la plupart de mes observations de ces dernières années. Je ne puis pas encore dire que je sois arrivé à une conviction définitive, cependant j'incline fortement en faveur de votre manière de voir.

« Mes raisons sont les suivantes.

« Votre théorie des plis de nos Alpes calcaires m'explique une quantité de faits qui, jusqu'ici, étaient restés pour moi énigmatiques. Je mentionne principalement les suivants :

« *a*) Que l'énorme masse de Jurassique du Glärnisch-Ortstock-Kinzigpass et de l'Urirothstock, au-dessus de la vallée de la Reuss, se termine sans racine visible et que la terminaison surnage sur du Néocomien et de l'Eocène plissés.

« *b*) Que je n'ai jamais pu trouver, au-dessus (soit au nord) de la ligne synclinale éocène Sissikon-Pragelpass-Bättlis-Leistkamm, les traces d'une charnière sud au pli anticlinal couché qui forme les pentes crétaciques avec le plongement nord de leurs couches.

« *c*) Les effrayantes complications sous le Glärnisch et au Schild, que j'ai suivies de très près avec M. Oberholzer, durant

ces dernières années, semblent être beaucoup plus compréhensibles en se basant sur votre théorie.

« *d*) Le fait que les faciès crétaciques et éocènes de la zone du Bifertenstock-Calanda ressemblent davantage à ceux de la chaîne nord qu'à ceux de la zone intermédiaire du Titlis-Windgälle-Linthal, où le Crétacique est très réduit, est compréhensible d'après votre théorie.

« *e*) Il en est de même de faits relevés par Burckhardt sur les variations des faciès crétaciques des deux côtés de la zone éocène Sissikon-Bättlis. Les deux côtés de cette zone étaient beaucoup plus éloignés à l'origine que nous ne l'avions admis jusqu'ici.

« *f*) Depuis que MM. Suess et M. Bertrand m'ont exprimé leur conviction que le double pli glaronnais devait être un pli unique venu du sud, je n'ai perdu aucune occasion de chercher à ce propos un criterium qui jugeât la question.

« Mes nombreuses observations anciennes et nouvelles dans la région du « Lochseitenkalk », c'est-à-dire dans le flanc médian renversé de ce grand chevauchement, ne m'ont jusqu'ici laissé reconnaître que des masses éocènes entraînées par un mouvement du Verrucano qui les surmonte, vers le nord et jamais vers le sud. C'est, en somme, le résultat de mouvements relatifs de la couverture du Verrucano vers le nord.

« *g*) Le fait que le Lias, qui rappelle beaucoup les schistes des Grisons dans les montagnes au sud du lac de Wallenstadt et au Kussalpealmpass, dans le haut Bisithal, tandis que ce terrain est faiblement développé, ou manque même totalement, entre la Windgälle, le Tödi et Vättis, est compréhensible d'après la théorie de MM. M. Bertrand, Suess et Lugeon, ce qui n'était pas le cas jusqu'ici.

« *h*) La nouvelle théorie se heurte bien à quelques difficultés de détail (Griesstock, Zwölfihorn, etc.), mais elles me semblent de peu d'importance et seront sans doute aisément surmontables. En revanche, bien des points obscurs ou difficilement compréhensibles qui m'ont arrêté jusqu'à présent paraissent résolus (Rothstock avec Panixerpass, Gelberberg, Neuenkamm, Mattstock, terminaison orientale des Churfirsten, etc., etc.).

« Pour le moment, il ne s'agit pas ici, du reste, des détails du phénomène, mais de son ensemble.

« Dans le détail il y aura peut-être, ici et là, des modifications à apporter dans les raccords que vous avez établis dans les nappes chevauchantes. Ainsi, par exemple, je pense que la chaîne de

la Righihochfluh doit être jointe à l'anticlinal de Morschach plutôt qu'à la région crétacique au sud de Fluelen, etc.

« Ces modifications n'altèreront cependant pas le fait principal, à savoir que nos plis crétaciques surnagent sur l'Eocène et que leurs racines sont situées au loin, vers le sud, dans le voisinage des massifs centraux.

« Je suis très heureux de pouvoir vous dire que votre théorie m'apparaît comme une lumière nouvelle qui m'éclaire sur bien des points ; c'est pour moi un grand plaisir de reprendre, sous ces points de vue rajeunis, l'étude de régions, à moi si connues et qui m'ont occupé si longtemps.

« En tout cas, votre théorie, si étonnante, presque effrayante au premier abord, mérite l'examen objectif le plus attentif. On a souri jadis quand, dans le « Mechanismus der Gebirgsbildung », j'ai parlé du double pli glaronnais ; ensuite sont venues la théorie des Klippes, puis les hardies conceptions de M. Schardt sur les charriages, maintenant arrivent vos *surchevauchements* (Ueberüberfaltung).

« On peut dire aussi que dans ces études successives notre esprit s'est graduellement exercé à concevoir de mieux en mieux le mécanisme de la formation des Alpes. Les nouvelles théories se sont échafaudées en s'appuyant sur les anciennes. Mais cela m'est une vraie joie personnelle de reconnaître que mes élèves vont plus loin que moi et m'apprennent à accepter des idées devant lesquelles je m'étais jusqu'à présent arrêté.

« Zurich, 31 Mai 1902.

« Alb. Heim ».

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

Pages

Séance du 7 Janvier 1901 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Eug. Daniloff 5
Nécrologie : M. Huguenin. 5
Élections 5
Composition du Bureau et du Conseil, des Commissions 6

Séance du 21 Janvier 1901 :

A. Boistel. — Allocution. 7
L. Carez. — Allocution présidentielle 8
Proclamation de nouveaux membres : MM. H. Dallemagne, P.-F. Houdant, Savornin, Emm. Miquel, le commandant O. Barré. . . 9
E. Van den Broeck, R. Nicklès. — Correspondance 9-10
J. Almera, Peron, Louis Bureau. — Présentations d'ouvrages 10-11
Ph. Glangeaud. — Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Fumel et Sauveterre (Lot-et-Garonne). 12
G.-A.-F. Molengraaff. — Géologie de la République Sud-Africaine du Transvaal (*19 fig. dans le texte*, Pl. I-II) . 13
P.-G. de Rouville. — Une solution paléontologique. — Le Néogène sur la feuille de Montpellier (*4 fig. dans le texte*). 93
Léon Bertrand. — Sur l'âge des roches éruptives du cap d'Aggio (Alpes-Maritimes) 96
E. Fournier. — Étude sur la tectonique du Jura franc-comtois (*14 fig. dans le texte*) 97
A. Joleaud. — Contribution à l'étude de l'Infracrétacé à faciès vaseux pélagique en Algérie et en Tunisie (*4 fig. et 2 cartes dans le texte*) 113
M. Mieg. — Note sur le fonçage du puits *Arthur de Buyer*, exécuté par la Société des houillères de Ronchamp (Haute-Saône). . 147

Séance du 4 Février 1901 :

Nécrologie : M. G.-Ad. Chatin 154
A. Toucas. — Sur l'évolution des Hippurites 154
Douvillé. — Sur un Foraminifère d'Égypte communiqué par M. Fourtau (*rectification à la communication du 17 Décembre 1900*) 156
P. Termier. — Études lithologiques dans les Alpes françaises. 157
P. Lory. — Quelques observations dans la partie méridionale de la chaîne de Belledonne (Alpes dauphinoises) (*4 fig. dans le texte*) 179
L. Thiot. — Sur la découverte d'un *Rhynchoteuthis* dans le Sénonien des environs de Beauvais (*1 fig. dans le texte*). 184

Séance du 25 Février 1901 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. J. Pethö, F. Bonnes, A. de Richard, H. Douxami 185
A. de Lapparent. — A propos des découvertes de M. Amalitzky en Russie 185
E. Haug, Zeiller. — Observations. 186
A. de Lapparent. — Découverte d'un Echinide nouveau dans le Sahara oriental 186
Léon Bertrand. — Découverte d'un squelette de Mammouth dans l'Ariège. 187
Kilian. — Sur la fréquence de certains *Rhacophyllites* dans le Lias moyen des Alpes de Savoie. 187
Sacco. — Sur les couches à Orbitoïdes du Piémont 188
V. Gauthier. — Contribution à l'étude des Echinides fossiles (Pl. III). 189
P. Fliche. — Un nouveau *Cycadeoidea* (*1 fig. dans le texte*). 193

Séance du 4 Mars 1901 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. Jacob, P. Vincey, Léopold Michel, L. Mengaud, L. Boistel, Schardt. 197
Stanislas Meunier. — Origine de l'argile à silex. 197
Ch. Depéret. — Revision des formes européennes de la famille des Hyracothéridés (Pl. IV-V). 199
P. Lebesconte. — Sur l'existence du Dévonien moyen dans l'Ille-et-Vilaine 225

Séance du 18 Mars 1901 :

Field. — Les travaux du *Concilium Bibliographicum* 226
A. Toucas. — Sur l'évolution des Hippurites. 227
E. de Margerie. — Notice sur le nouveau classement de la bibliothèque de la Société géologique de France. 229
D.-P. Ehlert. — Fossiles dévoniens de Santa-Lucia (Province de Léon, Espagne). Deuxième partie (*12 fig. dans le texte*, Pl. VI) 233

Séance du 1er Avril 1901 :

Proclamation d'un membre : M. P. Espinas 251
Albert Gaudry. — Sur les découvertes de M. Amalitzky en Russie. . 251
E. de Martonne, Emm. de Margerie. — Présentations d'ouvrages. . . 251
Aug. Dollot. — Sur les travaux en cours d'exécution du Métropolitain de Paris, entre la Place de l'Étoile et la Place de la Nation, par les boulevards extérieurs. 252

Séance du 15 Avril 1901 :

Proclamation d'un membre : M. E.-E. Lonclas. 253
Répertoire international de bibliographie scientifique. 253
P. Lory. — Présentation d'ouvrages. 253
W. Kilian. — Découverte de calcaire à Nummulites, dans le petit synclinal de la Gourre, près de Séderon (Drôme). 254
P. Lory. — Observations stratigraphiques dans le Nord du Massif du Vercors 255

F. Kerforne. — Discordance du Cambrien sur le Précambrien près de Rennes (*1 fig. dans le texte*) 258
Carl Schmidt. — Observations géologiques à Sumatra et à Bornéo (*3 fig. dans le texte*). 260

Séance du 6 Mai 1901 :

Nécrologie : M. Henri Porteret 268
J. Bergeron. — Observations à la note de M. C. Schmidt 268
Dr Labat, E. Haug, G. Ramond. — Présentations d'ouvrages. 269-271
Dr Imbeaux, J. Bergeron, G. Dollfus, Rutot, E. Van den Broeck, G. Ramond, Léon Janet. — Présentations d'ouvrages et observations *sur l'alimentation des villes en eau potable*. 268-271
G. Dollfus. Présentation d'une note sur l'étage cénomanien en Angleterre 270
A. Bigot. — Sur l'âge des schistes du Rozel (Manche) (*1 fig. dans le texte*) 272

Séance du 20 Mai 1901 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. Luigi Seguenza. Brouet. . 274
L. Gentil, Dr A. Labat. — Présentations d'ouvrages. 274
G.-F. Dollfus. — Un nouveau gisement de *Cardita striatissima* Nyst. et l'étage *Redonien* 275
Bourgeat. — Sur un filon de minerai de zinc dans la Combe des Prés (Jura) 277

Séance générale annuelle du 30 Mai 1901 :

A. de Lapparent. — Allocution présidentielle 278
Id. — Nécrologie : MM. l'abbé Bardin, H. Bécot, Dr Bezançon, le R.-P. Blot, Caméré, H.-B. Geinitz, Grousselle de Blancheface, Jagor, Huguenin, Dr P. Marès, Marion, Alphonse Milne-Edwards, Revelière, Tardy, Thiéry, de Vassart d'Hozier, Parandier. 280-281
Id. — Rapport au nom de la Sous-Commission du Prix Fontannes, attribution du prix à M. Paquier . 284
Paquier. — Remerciements 275
Paquier et Zlatarski. — Sur l'âge des couches urgoniennes de Bulgarie 286
Paquier. — Comparaison des faunes de Rudistes urgoniens de Bulgarie, de Suisse et de France 286
Seunes et Kerforne. — Observations sur un gisement tertiaire des bords de la Vilaine aux environs de Rennes. 287
G. Dollfus. — Observations au sujet de la note de MM. Seunes et Kerforne 287
E. Van den Broeck. — État actuel en Belgique de l'étude des corrélations grisouto-sismiques. 288

Séance du 3 Juin 1901 :

Nécrologie : M. G. Lindström. 294
F.-P. Moreno. — Présentation d'ouvrage. 294
G. Dollfus. — Présentation d'une brochure : Note géologique sur les eaux de Rouen 294

Léon JANET. — Observations au sujet de la note de M. Dollfus 295
LEBESCONTE. — Sur la position des schistes du Rozel (Manche). . . . 296
De LAMOTHE. — Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône (*17 fig. dans le texte*) 297
E. HAUG, G. DOLLFUS. — Observations. 383-384
W. KILIAN et P. TERMIER. — Nouveaux documents relatifs à la géologie des Alpes françaises (*4 fig. dans le texte*). 385
E. HAUG. — Observations au sujet de la note de MM. Kilian et Termier. 420

Séance du 17 Juin 1901 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Louis RAMBAUD 421
Nécrologie : M. BLEICHER. 421
G. DOLLFUS. — Présentation du moulage d'un remarquable échantillon de *Venus fallax* 421
O. BARRÉ. — Sur la morphogénie de la région de Fontainebleau. . . . 421
BOURGEAT. — Sur le Dévonien de Taillefer et le Carbonifère de Visé (Belgique) (*2 fig. dans le texte*) 423
Edm. PELLAT. — L'Aptien des environs d'Uzès (Gard) 428
A. de GROSSOUVRE. — Contribution à la géologie des Corbières. . . . 430
ID. — Nouvelles observations sur le terrain à silex du sud-ouest du bassin de Paris. 431
E. FALLOT. — Sur l'extension de la mer aquitanienne dans l'Entre-Deux-Mers (Gironde) (*2 fig. dans le texte*). 433
ID. — Un nouveau sondage artésien à Bordeaux-la-Bastide. . 438

Séance du 4 Novembre 1901 :

A. GAUDRY. — Présentation d'un mémoire de M. Capellini, sur la découverte d'un Cétacé fossile à San-Marino 439
ID. — Présentation d'une note : *Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux*. 439
COSSMANN, A. de LAPPARENT. — Présentations d'ouvrages 440-441
H. DOUVILLÉ. — Présentation d'échantillons de Rudistes provenant du Petit-Caucase et de la rive droite de l'Euphrate, près de Keban 441
H. DALLEMAGNE. — Le creusement de la vallée de la Bidassoa 442
SAYN et ROMAN. — Composition du Barrêmien sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers. 443
A. GUÉBHARD. — Sur le graphisme de la carte du sud-ouest des Alpes-Maritimes. 444
ID. — Note sur la limite méridionale du Néocomien dans les Alpes-Maritimes. 451
H. THOMAS. — Sur l'existence du Lutétien supérieur dans la vallée de la Seine, entre Villenauxe et Montereau, et à Villiers-Saint-Georges, au nord de Provins 453
E. HARLÉ. — Un crâne de Bœuf musqué, des Eyzies (Dordogne) (*1 fig. dans le texte*). 455
Ch. SCHLUMBERGER. — Première note sur les Orbitoïdes (Pl. VII-IX). . 459
H. DOUVILLÉ. — Observations au sujet de la note de M. Schlumberger. 467

Séance du 18 Novembre 1901 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. René de LAMOTHE, J.-M. BEL, le comm' AZÉMA 468
Karl A. von ZITTEL et D.-P. ŒHLERT. — Présentation de *fiches d'essai* de la *réédition des types d'espèces fossiles* 468
DOUXAMI, LAVILLE, G.-F. DOLLFUS. — Présentations d'ouvrages 469
H. DOUVILLÉ. — Sur un calcaire siliceux de la Brèche du Chablais. . 469
PERON. — Au sujet d'une roche de la Puisaye (Yonne). 470
H. DOUVILLÉ. — Observation au sujet de la note de M. Peron 472
V. PAQUIER. — Sur la faune et l'âge des calcaires à Rudistes de la Dobrogea. 473
H. DOUVILLÉ. — Observation au sujet de la note de M. Paquier 474
V. PAQUIER. — Sur les relations du groupe inverse avec le groupe normal chez les Chamacées 474
R. SEVASTOS. — Sur l'origine des Klippes des Carpathes 475
F. PRIEM. — Sur les Poissons de l'Éocène inférieur des environs de Reims (*10 fig. dans le texte*, Pl. X et XI) 477
A. GAUDRY. — Observations au sujet de la note de M. Priem 504
A. PERON. — Les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes (*2 fig. dans le texte*). 505
TOUCAS. — Observations à propos de la communication de M. Peron. 536

Séance du 2 Décembre 1901 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. l'abbé DELÉPINE, G. GARDE, Robert DOUVILLÉ, MICHEL-LÉVY 537
FICHEUR. — Nécrologie : M. POUYANNE 537
Ph. NÉGRIS, NICKLÈS, AUTHELIN. — Présentations d'ouvrages. 538-539
A. GUÉBHARD. — Deux lambeaux de Miocène lacustre sur la rive gauche de la Siagne, commune de St-Cézaire (A.-M.) 539
ID. — Un horizon supérieur du Crétacé dans le département du Var. 540
ID. — Faciès inférieur du Miocène à Saint-Jeannet (A.-M.). 540
V. PAQUIER. — Sur la faune et l'âge des calcaires à Rudistes de la Dobrogea, observations 541
ID. — Observations au sujet de la note de MM. Sayn et Roman : *Composition du Barrèmien sur la rive droite du Rhône, dans la région de Viviers*. 541
H.-E. SAUVAGE. — Les Pycnodontes du Jurassique supérieur du Boulonnais (Pl. XII). 542
M. BOULE. — Revision des espèces européennes de *Machairodus* (*17 fig. dans le texte*) 551
A. MICHALET. — Le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides 574
Léon JANET. — Conférence *sur l'alimentation des villes en eau potable par la méthode des sources artificielles*. 589
IMBEAUX, BOURSAULT, G. DOLLFUS, BABINET, BIGOT. — Observations 592-594

Séance du 16 Décembre 1901 :

Proclamation de nouveaux membres : M. Le COUPPEY DE LA FOREST, M. BOURDON 595
Albert GAUDRY. — L'*Okapi* de l'Ouganda et l'*Helladotherium* de Pikermi 595

G. de Angelis d'Ossat, G. Dollfus et Ph. Dautzenberg. — Présentations d'ouvrages 595
Em. Haug. — Sur le pli couché des Diablerets 596
H. Douvillé. — Rapport de la Commission de Comptabilité 598
A. Thevenin. — Sur la découverte d'Arachnides dans le terrain houiller de Commentry (Pl. XIII) 605
A. Guébhard. — Sur la théorie génétique des apparitions singulières d'accidents récents en plein Jurassique inférieur dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes (*6 fig. et une carte dans le texte*) 612
A. de Lapparent, Haug. — Observations à propos de la communication de M. Guébhard 623
R. Fourtau. — Notes pour servir à l'étude des Échinides fossiles d'Égypte 623
H. Douvillé. — Éocène de Royan 627
A. de Lapparent. — Observation à propos de la communication de M. Douvillé 636
Ch. Barrois. — Note sur les Graptolites de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolitiques de France . . . 637
Em. Chanel. — Quelques remarques sur les phénomènes orogéniques et la formation des grottes et des cluses dans le Jura méridional 646
Cossmann. — Sur quelques grandes Vénéricardes de l'Éocène (*4 fig. dans le texte*) 652
A. Boistel. — Quelques coupes du Miocène de la Bresse dans l'anse du Bas-Bugey (*7 fig. dans le texte*) 657

Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique a Lausanne et dans le Chablais en 1901

Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire de 1901 . 677
Programme des excursions 678
Bibliographie concernant la Réunion extraordinaire 680

Séance du 3 Septembre 1901, à Lausanne :

Léon Carez. — Allocution 681
Constitution du Bureau 682
E. Renevier. — Allocution 682
L. Carez. — Nécrologie : M. de Limur. — Présentation du C.-R. du Congrès 682
Proclamation d'un nouveau membre : M. Edw. Jorissen 682
M. Lugeon. — Allocution présidentielle 683
L. Rollier. — Sur l'âge du conglomérat subalpin ou *Nagelfluh* de la Suisse 684

Séance du 5 Septembre 1901, à Champéry :

M. Lugeon. — Compte-rendu de l'excursion du 3 septembre dans les environs de Lausanne (*1 fig. dans le texte*) 686
Id. — Compte-rendu de l'excursion du 4 septembre de Ouchy à Monthey (*1 fig. dans le texte*) 688-690
H. Douvillé, Douxami. — Observations 690

M. Lugeon. — Compte-rendu de l'excursion du 5 septembre dans les environs de Monthey et de Monthey à Champéry . 692-695
H. Douvillé, Haug, Douxami. — Observations 693
Steinmann. — Observations 694

Séance du 7 Septembre 1901, à Thonon :

M Lugeon. — Compte-rendu de l'excursion du 6 septembre, de Champéry à Morgins 696
Id. — Compte-rendu de l'excursion du 7 septembre dans les environs de Morgins. 698-704-705
W. Kilian. — Observations 700
Em Haug. — Observations 702
Schmidt. — Observations 704
Steinmann. — Observations 705

Séance du 9 Septembre 1901, à Morzine :

M. Lugeon. — Compte-rendu de l'excursion du 8 septembre, de Thonon à Saint-Jean-d'Aulph 706-709
Jean Brunhes. — Observations. 708
M. Lugeon. — Compte-rendu de l'excursion du 9 septembre, de Saint-Jean-d'Aulph à Morzine (*1 fig. dans le texte*). . 710-713-714
Reymond, Steinmann, Schmidt. — Observations 713
Brunhes. — Observations 714
Révil. — Observations. 715

Séance du 11 Septembre 1901, à Taninge :

M. Lugeon. — Compte-rendu de l'excursion du 10 septembre, de Morzine à Taninge 716
Id. — Compte-rendu de l'excursion du 11 septembre dans les environs de Taninge 716-717-718
Révil, Douxami. — Observations 717
Douvillé. — Observations 718
L. Carez. — Allocution 718
Révil — Allocution 719
Lugeon. — Allocution 720

H. Preiswerk. — Note sur le Rhétien et le Lias du col de Coux (Val d'Illiez) (*1 fig. dans le texte*). 721
M. Lugeon. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse (*14 fig. dans le texte*; pl. XIV-XVII) 723
A. Heim. — Lettre ouverte à M. M. Lugeon. 823

Tables 827
Date de publication des fascicules qui composent le t. I (4e série) . . . 860
Errata 860

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

A

Aggio. Sur l'âge des roches éruptives du cap d'—, par M. Léon Bertrand, 96.

Algérie. Contribution à l'étude de l'Infracrétacé à faciès vaseux pélagique en — et en Tunisie, par M. A. Joleaud, 97. — Etude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser (—), de la Moselle, du Rhin et du Rhône, par M. de Lamothe, 297.

Allocutions. M. Boistel, 7 ; M. Carez, 8, 681, 718 ; M. de Lapparent, 278 ; M. Lugeon, 683, 720 ; M. Renevier, 682 ; M. Révil, 719.

Almera (Jaime). Envois d'ouvrages, 10.

Angelis d'Ossat. Présentation d'ouvrage, 595.

Alpes. Etudes lithologiques dans les — françaises, par M. Pierre Termier, 157. — Quelques observations dans la partie méridionale de la chaîne de Belledonne (— dauphinoises), par M. Lory, 179. — Sur les *Rhacophyllites* du Lias des — de Savoie, par M Kilian, 187. — Nouveaux documents relatifs à la géologie des — françaises, par MM. Kilian et Termier, 385 — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Lausanne et dans les — du Chablais, par M. M Lugeon, 677. — Les grandes nappes de recouvrement des — du Chablais et de la Suisse, par M. M. Lugeon (pl. XIV-XVII), 723.

Alpes-Maritimes. Sur le graphisme de la carte du sud-ouest des —, par M. Guébhard, 444. — Note sur la limite méridionale du Néocomien dans les —, par M. Guébhard, 451. — Les étages crétaciques supérieurs des —, par M. Peron, 505. — Lambeaux de Miocène lacustre sur la rive gauche de la Siagne (—), par M. Guébhard, 539. — Sur un faciès inférieur du Miocène inférieur, par M. Guébhard, 540. — Sur la théorie génetique des apparitions singulières d'accidents récents en plein Jurassique inférieur dans le sud-ouest des —, par M. Guébhard, 612.

Aptien. L'— des environs d'Uzès (Gard), par M. Pellat, 428.

Aquitanien. Sur l'extension de la mer — ne dans l'Entre-deux-Mers (Gironde), par M. Fallot, 433.

Arachnides. Sur la découverte d'— dans le terrain houiller de Commentry, par M. Thevenin (Pl. XIII), 605.

Argile à silex. Origine de l'—, par M. Stanislas Meunier, 197.

Ariège. Sur la découverte d'un Mammouth dans l'—, par M. Léon Bertrand, 187

Authelin. Présentation d'ouvrage, 539.

B

Babinet. Observations à la conférence de M. Janet sur l'alimentation des villes en eau potable, 593.

Bardin. Nécrologie, 280.

Barré (Commandant O.). Sur la morphogénie des environs de Fontainebleau, 421.

Barrèmien. Composition du — sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers, par MM. Sayn et Roman, 443.

Barrois. Note sur les Graptolites de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolitiques de France, 637.

Beauvais. Sur la découverte d'un *Rhynchotenthis* dans le Sénonien des environs de —, par M. L. Thiot, 184.

Bécot. Nécrologie, 280.

Belgique État actuel en — de l'étude des corrélations grisouto-sismiques, par M. Van den Broeck, 288. — Sur le Dévonien de Taillefer et le Carbonifère de Visé (—), par M. Bourgeat, 423.

Belledonne. Quelques observations dans la partie méridionale de la chaîne de — (Alpes dauphinoises), par M. P. Lory, 179.

Bergeron. Présentation d'ouvrages, 268. — Observation à propos des gisements de pétrole, 268.

Bertrand (Léon). Sur l'âge des roches éruptives du cap d'Aggio, 96. — Sur la découverte d'un Mammouth dans l'Ariège, 187.

Bezançon. Notice nécrologique sur —, 280.

Bibliothèque. Notice sur le nouveau classement de la — de la Société géologique de France, par M. de Margerie, 229.

Bidassoa. Le creusement de la vallée de la —, par M. H. Dallemagne, 442.

Bigot. Sur l'âge des schistes du Rozel (Manche), 272. — Observations à la conférence de M. Janet sur l'alimentation des villes en eau potable, 593.

Bleicher. Nécrologie, 420.

Blot (R.-P.) Nécrologie, 280.

Bœuf musqué. Un crâne de — des Eyzies (Dordogne), par M. Harlé, 454.

Boistel (A.). Allocution, 7. — Observation, 276. — Quelques coupes du Miocène de la Bresse dans l'anse du Bas-Bugey, 657.

Bornéo. Observations géologiques à Sumatra et à —, par M. Carl Schmidt, 260.

Boule (Marcellin). Revision des espèces européennes de *Machairodus*, 551.

Boulonnais. Les Pycnodontes du Jurassique supérieur du —, par M. Sauvage (Pl. XII), 542.

Bourgeat. Sur un filon de minerai de zinc dans la Combe-des-Prés (Jura), 277. — Sur le Dévonien de Taillefer et le Carbonifère de Visé (Belgique), 423.

Boursault. Observations à la conférence de M. Janet sur l'alimentation des villes en eau potable, 592, 594.

Bresse. Quelques coupes du Miocène de la — dans l'anse du Bas-Bugey, par M. Boistel, 657.

Brunhes (Jean). Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais. Observations, 708, 714.

Bugey. Quelques coupes du Miocène de la Bresse dans l'anse du Bas- —, par M. Boistel, 657.

Bulgarie. Sur l'âge des couches urgoniennes de —, par MM. Paquier et Zlatarski, 286. — Comparaison des Rudistes urgoniens de —, de Suisse et de France, par M Paquier, 286.

Bureau. Composition du — de la Société géologique de France, 6. — Composition du — de la Réunion extraordinaire à Lausanne et dans le Chablais, 682.

Bureau (Louis). Présentation d'ouvrage, 11.

C

Caen. L'Académie des sciences, arts, belles-lettres de — communique le sujet du *prix Le Sauvage* pour 1904, 595.

Cambrien. Discordance du — sur le Précambrien, près de Rennes, par M. Kerforne, 258.

Camerré. Nécrologie, 280.

Carbonifère. Sur le Dévonien de Taillefer et le — de Visé (Belgique), par M. Bourgeat, 423.

Carez (Léon). Allocution présidentielle, 8. — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais, allocution, 681, 718; Nécrologie : M. de Limur, 682; Présentation des C.-R. du Congrès géologique de 1900, 682.

Carpathes. Sur l'origine des Klippes des — par M. Sevastos, 475.

Catalogne. Note sur les Graptolites de la — et leurs relations avec les étages graptolitiques de France, par M. Barrois, 617.

Caucase. Présentation d'Hippurites du Petit- —, par M. H. Douvillé, 461.

Cénomanien Présentation d'une note sur l'étage — en Angleterre par M. Dollfus, 270. — Le — des environs de Toulon et ses Echinides, par M. Michalet, 574.

Cétacé. Présentation d'une note sur un — fossile de San Marino, par M. Gaudry, 439.

Chablais. Sur des calcaires à Radiolaires du —, par M. H. Douvillé, 469. — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Lausanne et dans le — en 1901 (Pl. XIV-XVII), 677. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du — et de la Suisse, par M. M. Lugeon (Pl. XIV-XVII), 723.

Chamacées. Sur les relations du groupe inverse avec le groupe normal chez les —, par M Paquier, 474.

CHANEL. Quelques remarques sur les phénomènes orogéniques et la formation des grottes et des cluses dans le Jura méridional, 646.

CHATIN (G.-Ad.). Nécrologie, 154.

Combe-des-Prés. Sur un filon de minerai de zinc dans la — (Jura), par M Bourgeat, 277.

Commentry. Sur la découverte d'Arachnidés dans le terrain houiller de —, par M. Armand Thevenin (Pl. XIII), 605.

Commissions (Composition des), 6.

Comptabilité. Rapport de la Commission de —, par M. H. Douvillé, 598.

Conseil (Composition du). 6.

Corbières. Contribution à la géologie des —, par M. de Grossouvre, 430.

COSSMANN. Présentation d'ouvrage, 440. — Sur quelques grandes Vénéricardes de l'Eocène, 652.

Crétacique. Les étages —s supérieurs des Alpes-Maritimes, par M. Peron, 505. — Existence de — supérieur dans le nord-est du Var, par M. Guébhard, 540 — Le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides, par M. Michalet, 574.

Cycadeoidea. Un nouveau —, par M. Fliche, 193.

D

DALLEMAGNE. Le creusement de la vallée de la Bidassoa, 442.

DAUTZENBERG. Présentation d'ouvrage, 596.

DAVY. Envoi d'un fossile miocène de la Loire-Inférieure, 421.

DEPÉRET (Charles). Revision des formes européennes de la famille des Hyracothéridés (Pl. IV-V), 199.

Dévonien. Sur l'existence du — moyen dans l'Ille-et-Vilaine, par M. P. Lebesconte, 225. — Fossiles —s de Santa-Lucia (Province de Léon, Espagne). par M. D.-P. Œhlert (Pl. VI), 233. — Sur le — de Taille-fer et le Carbonifère de Visé (Belgique), par M. Bourgeat, 423.

Diablerets. Sur le pli couché des —, par M. Haug, 596.

Dobrogea. Sur la faune et l'âge des calcaires à Rudistes de la —, par M. Paquier, 473.

DOLLFUS (G.). Présentation d'ouvrage, 269, 270, 469, 596. — Communication sur un fossile du Miocène de Touraine, 275. — Observations sur le Miocène supérieur de Rennes, 288. — Présentation d'une note sur les eaux de Rouen, 294. — Observations à la note de M. de Lamothe sur les terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône, 384. — Sur un fossile miocène de la Loire-Inférieure, 421. — Observations à la conférence de M. Janet sur l'alimentation des villes en eau potable, 593.

DOLLOT. Sur les travaux en cours d'exécution du Métropolitain, entre la place de l'Etoile et la place de la Nation, par les boulevards extérieurs, 252.

Dordogne. Sur les dômes de Saint-Cyprien (—), de Fumel et Sauveterre (Lot-et-Garonne), par M. Ph. Glangeaud, 12. — Un crâne de Bœuf musqué des Eyzies (—), par M. Harlé, 455.

DOUVILLÉ (H.). Rectification à propos d'un Foraminifère d'Egypte, 156.— Présentation de Rudistes, 441. — Observations à la note de M. Schlumberger sur les Orbitoïdes, 467. — Présentation d'ouvrage, 469. 595 — Sur des calcaires à Radiolaires du Chablais, 469. — Observations, 472, 474. — Rapport de la Commission de comptabilité, 598. — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais, observations, 690, 693, 718.

DOUVILLÉ (H. et R.). Eocène de Royan, 627.

DOUXAMI. Présentation d'ouvrage, 469. — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais, observations, 690, 693, 717.

Drôme. Découverte de calcaire à Nummulites dans le petit synclinal de la Gourre, près de Séderon (—), par M. Kilian, 254.

DUPARC. Présentation d'ouvrage, 252.

E

Echinides. Contribution à l'étude des — fossiles, par M. Gauthier (Pl. III), 189. — Le Cénomanien des environs de Toulon et ses —, par M. Michalet, 574. — Note pour servir à l'étude des — fossiles d'Egypte, par M. Fourtau, 623.

Egypte. Sur un Foraminifère d'—, par M. Douvillé, 156. — Note pour servir à l'étude des Echinides fossiles d'—, par M. Fourtau, 623.

Entre-Deux-Mers. Sur l'extension de la mer aquitanienne dans l'— (Gironde), par M. Fallot, 433.

Éocène. Sur les Poissons de l'— inférieur des environs de Reims, par M. Priem (Pl. X-XI), 477. — — de Royan, par MM. H. et R. Douvillé, 627. — Sur quelques grandes Vénéricardes de l'—, par M. Cossmann, 652.

Espagne. Fossiles dévoniens de Santa-Lucia (Province de Léon, —), par M. D.-P. Œhlert (Pl. VI), 233. — Présentation d'ouvrage, par M. Labat, 274. — Note sur les Graptolites de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolitiques de France, par M. Ch. Barrois, 637.

Euphrate. Présentation de Radiolites des bords de l'—, par M. H. Douvillé, 441.

Eyzies. Un crâne de Bœuf musqué des —, par M. Harlé, 455.

F

FALLOT. Sur l'extension de la mer aquitanienne dans l'Entre-Deux-Mers (Gironde), 433. — Sur un nouveau sondage artésien à Bordeaux, 438.

FICHEUR. Nécrologie : M. Pouyanne, 537.

FIELD. Le *Concilium bibliographicum*, 226.

FLICHE. Un nouveau *Cycadeoidea*, 193.

Fontainebleau. Sur la morphogénie des environs de —, par M. le commandant O. Barré, 421.

Fontannes. Le prix — est décerné à M. Paquier, 283. — Rapport au nom de la sous-commission du prix —, par M. de Lapparent, 284. — M. Paquier remercie la Commission du Prix —, 285.

Foraminifère. Sur un — d'Egypte, par M. Douville, 156.

Fossiles. Envoi de fiches d'essai pour la réédition des types d'espèces —, 468.

FOURNIER (E.). Étude sur la tectonique du Jura franc-comtois, 97.

FOURTAU (R.). Rectification de M. Douvillé à propos d'un Foraminifère d'Egypte communiqué par M. —, 156. — Note pour servir à l'étude des Echinides fossiles d'Egypte, 623.

Fumel. Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), de — et Sauveterre (Lot-et-Garonne), par M. Ph. Glangeaud, 12.

G

Gard. L'Aptien des environs d'Uzès (—), par M. Pellat, 428.

GAUDRY (A.). Présentation d'une note de M. Amalitzky, 251. — Présentations d'une note sur un Cétacé fossile de S. Marino, 439. — Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux, 439. — Observations à la note de M. Priem, sur les Poissons de l'Eocène inférieur de Reims, 504. — Présentation de photographies de l'Okapi de l'Ouganda, 595.

GAUTHIER. Contribution à l'étude des Echinides fossiles (Pl. III), 189.

GRINITZ (Hans Bruno). Notice nécrologique sur —, 280.

GENTIL. Présentation d'ouvrage, 274.

Gironde. Sur l'extension de la mer aquitanienne dans l'Entre-Deux-Mers (—), par M. Fallot, 433. — Sur un nouveau sondage artésien à Bordeaux, par M. Fallot, 438.

GLANGEAUD (Ph.) Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Fumel et Sauveterre (Lot-et-Garonne), 12.

Graptolites. Note sur les — de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolitiques de France, par M. Barrois, 637.

Grisou. Etat actuel en Belgique de l'étude des corrélations —to-sismiques, par M. Van den Broeck, 288.

GROSSOUVRE (de). Contribution à la géologie des Corbières, 430. — Nouvelles observations sur le terrain à silex du sud-ouest du Bassin de Paris, 431.

GROUSSELLE DE BLANCHEFACE. Nécrologie, 280.

GUEBHARD. Sur le graphisme de la carte du sud-ouest des Alpes-Maritimes, 444. — Note sur la limite méridionale du Néocomien dans les Alpes-Maritimes, 451. — Lambeaux de Miocène lacustre sur la rive gauche de la Siagne (A.-M.), 539. — Existence de Crétacé supérieur dans le nord-est du Var, 540. — Sur un faciès du Miocène inférieur, 540. — Sur la théorie génétique des apparitions singulières d'accidents récents en plein Jurassique inférieur dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes, 612.

H

HARLÉ. Un crâne de Bœuf musqué des Eyzies (Dordogne), 455.

HAUG. Observations, 186, 253. — Présentation d'ouvrage, 271. — Nécrologie : Lindström, 294. — Observations à la note de M. de Lamothe sur les terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône 384. — Observation à la note de MM. Kilian et Termier, 420. — Sur le pli couché des Diablerets, 596. — Observations à la note de M. Guébhard sur la tectonique des A.-M., 623. — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais, observations, 693, 702.

Haute-Saône. Note sur le fonçage du puits *Arthur de Buyer*, exécuté par la Société des houillères de Ronchamp (—), par M. Math. Mieg, 147.

HEIM (A.). Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; lettre ouverte à M. Lugeon, 823.

Helladotherium. Sur l'—, à propos de l'Okapi, par M. A. Gaudry, 595.

Hippurites. Sur l'évolution des —, par M. Toucas, 154, 227.

Houiller. Note sur le fonçage du puits *Arthur de Buyer*, exécuté par la Société des —es de Ronchamp (Haute-Saône), par M. Math. Mieg, 147. — Etudes lithologiques dans les Alpes françaises, par M. Pierre Termier, 157. — Sur la découverte d'Arachnides dans le terrain — de Commentry, par M. Thevenin (Pl. XIII), 605.

HUGUENIN. Nécrologie, 5, 280.

Hydrologie. Présentation d'ouvrages, 268, 269, 270. — Sur le rôle nouveau des collaborateurs du service de la carte géologique, par M. Léon Janet, 271. — Présentation d'ouvrage, par M. Labat, 274. — Présentation d'une note sur les eaux de Rouen, par M. G. Dollfus, 294. — Observations de M. Janet, 295. — Conférence sur l'alimentation des villes en eau potable par la méthode des sources artificielles, par M. Léon Janet, 539, 589. — Observations de MM. Imbeaux, 592; Boursault, 592, 594; Dollfus, Babinet, Bigot, 593.

Hyracothéridés. Revision des formes européennes de la famille des —, par M. Ch. Depéret (Pl. IV, V), 199.

I

Ille-et-Vilaine. Sur l'existence du Dévonien moyen dans l'—, par M. P. Lebesconte, 225. — Discordance du Cambrien sur le Précambrien, près de Rennes, par M. Kerforne, 258.

IMBEAUX. Présentation d'ouvrage, 268. — Observations à la conférence de M. Janet sur l'alimentation des villes en eau potable, 592.

Infracrétacé. Contribution à l'étude de l'— à faciès vaseux pélagique en Algérie et en Tunisie, par M. A. Joleaud, 97.

Isser. Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'—, de la Moselle, du Rhin et du Rhône, par M. de Lamothe, 297.

J

JAGOR. Nécrologie 280.

JANET (Léon). Sur le rôle nouveau des collaborateurs du service de la carte géologique, 271. — Observation sur les eaux de Rouen, 295. — Conférence sur l'alimentation des villes en eau potable par la méthode des sources artificielles, 539, 589.

Japon. Présentation d'ouvrage, par M. Ramond, 271.

JOLEAUD. Contribution à l'étude de l'Infracrétacé à faciès vaseux pélagique en Algérie et en Tunisie, 113.

Jura. Étude sur la tectonique du — franc-comtois, par M. E. Fournier, 97. — Sur un filon de minerai de zinc dans la Combe-des-Prés (—), par M. Bourgeat, 277. — Quelques remarques sur les phénomènes orogéniques et la formation des grottes et des cluses dans le — méridional, par M. Chanel, 646.

Jurassique. Les Pycnodontes du — supérieur du Boulonnais, par M. Sauvage (Pl. XII), 542. — Sur la théorie génétique des apparitions singulières d'accidents récents en plein — inférieur dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes, par M. Guébhard, 612.

K

KERFORNE. Discordance du Cambrien sur le Préambrien, près de Rennes, 258. — Présentation d'ouvrage, 441. — Observations de M. Munier-Chalmas, 441.

KERFORNE et SEUNES. Observations sur un gisement tertiaire des bords de la Vilaine aux environs de Rennes, 287.

KILIAN. Sur les *Rhacophyllites* du Lias moyen des Alpes de Savoie, 187. — Découverte de calcaire à Nummulites dans le petit synclinal de la Gourre, près de Séderon (Drôme), 254. — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; observations, 700.

KILIAN et TERMIER. Nouveaux documents relatifs à la géologie des Alpes françaises, 385.

Klippes. Sur l'origine des — des Carpathes, par M. Sevastos, 475.

L

LABAT. Présentation d'ouvrages, 268, 274.

La Gourre. Découverte de calcaire à Nummulites dans le petit synclinal de —, près de Séderon (Drôme), par M. Kilian, 254.

LAMOTHE (de). Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône, 297.

LAPPARENT (de). Remarques sur les découvertes de M. Amalitzky en Russie, 185. — Présentation d'un Oursin recueilli dans le Sahara oriental, 187. — Allocution présidentielle, 278. — Rapport au nom de la sous-commission du prix Fontannes, 284. — Présentation d'ouvrage, 440, 538. — Observations à la note de M. Guébhard sur la tectonique des A.-M., 623. — A la note de MM. Douvillé sur l'Eocène de Royan, 636.

Lausanne. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à — et dans le Chablais en 1901 (Pl. XIV-XVII), 677.

LAVILLE. Présentation d'ouvrage, 469.

LEBESCONTE. Sur l'existence du Dévonien moyen dans l'Ille-et-Vilaine, 225. — Sur la position des schistes du Rozel (Manche), 296.

Le Sauvage. L'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen, communique le sujet du prix —, 595.

Lias. Sur les *Rhacophyllites* du — des Alpes de Savoie, par M. Kilian, 187.

LIMUR (Le comte de). Nécrologie, 682.

LINDSTRÖM. Nécrologie, 294.

Loire-Inférieure. Sur un fossile miocène de la —, par MM. G. Dollfus et Davy, 421.

LORY (P.). Quelques observations dans la partie méridionale de la chaîne de Belledonne (Alpes dauphinoises), 179. — Présentation d'ouvrages, 253. — Observations stratigraphiques dans le nord du massif du Vercors, 255.

Lot-et-Garonne. Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Fumel et Sauveterre (—), par M. Ph. Glangeaud, 12.

LUGEON (Maurice). Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Lausanne et dans le Chablais en 1901; programme, 678; bibliographie, 680; allocution, 683; compte-rendu des excursions du 3 au 11 septembre 1901, 686-716. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse (Pl. XIV-XVII), 723.

Lutétien. Sur l'existence du — supérieur dans la vallée de la Seine entre Villenauxe et Montereau et à Villiers-Saint-Georges, au nord de Provins, par M. H. Thomas, 453.

M

Machairodus. Revision des espèces européennes de —, par M. Marcellin Boule, 551.

Mammouth. Sur la découverte d'un — dans l'Ariège, par M. Léon Bertrand, 187.

Manche. Sur l'âge des schistes du Rozel (—), par M. Bigot, 272. — Sur la position des schistes du Rozel (—), par M. Lebesconte, 296.

MARÈS (Paul). Nécrologie, 281.

MARGERIE (de). Présentation d'ouvrage, 294. — Notice sur le nouveau classement de la Bibliothèque de la Soc. géol de France, 229.

MARION. Notice nécrologique sur — 281.

Marne. Sur les Poissons de l'Éocène inférieur des environs de Reims, par M. Priem (Pl. X-XI), 476.

MARTONNE (de). Présentations d'ouvrages, 251.

MEUNIER (Stanislas). Origine de l'argile à silex, 197.

MICHALET. Le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides, 574.

MIEG (Mathieu). Note sur le fonçage du puits *Arthur de Buyer*, exécuté par la société des houillères de Ronchamp (Haute-Saône), 147.

MILNE-EDWARDS (Alphonse). Notice nécrologique sur —, 281.

Miocène. Sur un fossile — de la Loire-Inférieure, par MM. Dollfus et Davy, 421. — Communication sur un fossile du — de Touraine, par M. G. F. Dollfus, 275. — Lambeaux de — lacustre sur la rive gauche de la Siagne (A.-M.), par M. Guébhard, 539. — Sur un faciès inférieur du — inférieur, par M. Guébhard, 540. — Présentation d'ouvrage, par MM. Dollfus et Dautzenberg, 596. — Quelques coupes du — de la Bresse dans l'anse du Bas-Bugey, par M. Boistel, 657. — Observations sur un gisement tertiaire des bords de la Vilaine, aux environs de Rennes, par MM. Seunes et Kerforne, 287.

MOLENGRAAFF (G.-A.-F.). Géologie de la République Sud-africaine du Transvaal (Pl. I-II), 13.

Montpellier. Le Néogène sur la feuille de —, par M. P.-G. de Rouville, 93.

MORENO. Présentation d'ouvrage, 294.

Moselle. Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser, de la —, du Rhin et du Rhône, par M. de Lamothe, 297.

MRAZEC. Présentation d'ouvrages, 252.

MUNIER-CHALMAS. Observations, 441.

N

Nappes de recouvrement. — Les grandes — des Alpes du Chablais et de la Suisse, par M. M. Lugeon (Pl XIV-XVII), 723.

Nécrologie. Huguenin, 5; G.-Ad. Chatin, 154; H. Porteret, 268; H. Bécot, R.-P. Blot, Grousselle de Blancheface, Jagor, 280; Revelière, de Vassart d'Hozier, 281; Lindström, 294; Bleicher, 420; Pouyanne, 537; de Limur, 682.

NÉGRIS. Présentation d'ouvrage, 538.

Néocomien. Note sur la limite méridionale du — dans les Alpes-Maritimes, par M. Guébhard, 451.

Néogène. Le — sur la feuille de Montpellier, par M. P.-G. de Rouville, 93.

NICKLÈS. Correspondance, 10. — Présentation d'ouvrage, 539.

Notices nécrologiques. Huguenin, 5, 280. — G.-Ad. Chatin, 154. — Bardin, Bezançon, Cameré, Hans Bruno Geinitz, 280; Marès, Marion. Alph. Milne-Edwards, Tardy, Thiéry, Parandier, 281, Pouyanne, 537.

Nummulites. Découverte de calcaire à —, dans le petit synclinal de La Gourre, près de Séderon (Drôme), par M. Kilian, 254.

O

ŒHLERT (D.-P.). Fossiles dévoniens de Santa-Lucia (Province de Léon, Espagne) (Pl. VI). 233. — Envoi de fiches d'essai pour la réédition des types d'espèces fossiles, 468.

Orbitoïdes. Sur les couches à — du Piémont, par M. Sacco, 188. — Première note sur les —, par M Schlumberger (Pl. VII-IX), 459.— Observations de M. Douvillé. 467.

P

PAQUIER. Le prix Fontannes lui est décerné, 282, 285. — Rapport au nom de la sous-commission du prix Fontannes, 284. — Comparaison des Rudistes urgoniens de Bulgarie, de Suisse et de France, 286. — Sur la faune et l'âge des calcaires à Rudistes de la Dobrogea, 473, 541. — Sur les relations du groupe inverse avec le groupe normal chez les Chamacées, 474. — Observations à une note de MM. Sayn et Roman sur le Barrêmien de Viviers, 541.

PAQUIER et ZLATARSKI. Sur l'âge des couches urgoniennes de Bulgarie, 286.

PARANDIER. Notice nécrologique sur — 281.

Paris. Sur les travaux en cours d'exécution du Métropolitain, entre la place de l'Etoile et la place de la Nation, par les boulevards extérieurs, par M. A. Dollot. 252. — Nouvelles observations sur le terrain à silex du sud-ouest du bassin de —, par M. de Grossouvre, 431.

PEARCE. Présentation d'ouvrage, 252.

PELLAT (Edm.). Lettre annonçant la mort de M. Huguenin, 5.— L'Aptien des environs d'Uzès (Gard), 428.

PERON. Présentation d'ouvrage, 10. — Conditions de gisement de radioles d'Oursin du Rauracien de l'Yonne. 10. — Note sur ses *Etudes paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne.* 11. — Au sujet d'une roche de La Puisaye (Yonne). 470. — Les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes, 505.

Permien. Remarques sur les résultats des travaux de M. Amalitzky, par M. de Lapparent, 185.

Pétrographie. Sur l'âge des roches éruptives du cap d'Aggio, par M. Léon Bertrand, 96. — Géologie de la République Sud-Africaine du Transvaal, par M. G.-A.-F. Molengraaff. 15, 48, 51, 52. — Observations géologiques à Sumatra et à Bornéo, par M. Carl Schmidt, 260 — Etudes lithologiques dans les Alpes françaises, par M. P. Termier, 157. — Nouveaux documents relatifs à la géologie des Alpes françaises, par MM. W. Kilian et P. Termier, 385.

Piémont. Sur les couches à Orbitoïdes du —, par M. Sacco, 188.

Pleistocène. Présentation d'une note sur l'influence des vents sur le climat pendant l'époque —, par M. G. Dollfus, 469.

PORTERET (Henri). Nécrologie, 268.

POUYANNE. Nécrologie par M. Ficheur, 537.

Poissons. Sur les — de l'Éocène inférieur des environs de Reims, par M. Priem (Pl. X-XI), 476. — Les Pycnodontes du Jurassique supérieur du Boulonnais, par M. Sauvage (Pl. XII), 542.

Précambrien. Discordance du Cambrien sur le —, près de Rennes, par M. Kerforne, 258.

PREISWERK (H.). Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; note sur le Rhétien et le Lias du col de Coux (Val d'Illiez), 721.

PRIEM. Sur les Poissons de l'Eocène inférieur des environs de Reims (Pl. X-XII), 476.

Prix. Le — Fontannes est décerné à M. Paquier, 283. — Rapport au nom de la sous-commission du — Fontannes, par M. de Lapparent, 284. — M. Paquier remercie la Commission du — Fontannes, 285. — — L'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen, communique le sujet du — *Le Sauvage* pour 1904, 595.

Puisaye (*La*). Au sujet d'une roche de — (Yonne), par M. Peron, 470.

Pycnodontes. Les — du Jurassique supérieur du Boulonnais, par M. Sauvage (Pl. XII), 542.

R

Radiolaires. Sur des calcaires à — du Chablais, par M. Douvillé, 469.

RAMOND (G.). Observation, 270. — Présentation d'ouvrage, 271.

Rauracien. Conditions de gisement de radioles d'Oursins du — de l'Yonne, par M. Peron, 10.

Reims. Sur les Poissons de l'Éocène inférieur des environs de —, par M. Priem, (Pl. X-XI), 477.

RENEVIER (E). Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; allocution, 682.

Rennes. Discordance du Cambrien sur le Précambrien près de —, par M. Kerforne, 258. — Observation sur un gisement tertiaire des bords de la Vilaine aux environs de —, par MM. Seunes et Kerforne, 287.

Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Lausanne et dans le Chablais en 1901 (Pl. XIV-XVII), 677.

REVELIÈRE. Nécrologie, 281.

RÉVIL. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; observations, 715, 717; allocution, 719.

REYMOND. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; observation, 713.

Rhacophyllites. Sur les — du Lias des Alpes de Savoie, par M. Kilian, 187.

Rhin. Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du — et du Rhône, par M. de Lamothe, 297.

Rhône. Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du —, par M. de Lamothe, 297. — Composition du Barrêmien sur la rive droite du — dans la région de Viviers, par MM. Sayn et Roman, 443.

Rhynchoteuthis. Sur la découverte d'un — dans le Sénonien des environs de Beauvais, par M. L. Thiot, 184.

ROLLIER (L.). Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; sur l'âge du conglomérat subalpin ou Nagelfluh de la Suisse, 684.

ROMAN et SAYN. Composition du Barrêmien sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers, 443. — Observation de M. Paquier, 541.

Ronchamp. Note sur le fonçage du puits *Arthur de Bayer*, exécuté par la Société des houillères de — (Haute-Saône), par M. Mathieu Mieg, 147.

Rouen. Présentation d'une note sur les eaux de —, par M. G. Dollfus, 294.

Roumanie. Observations de M. Bergeron, 268.

ROUVILLE (P.-G. de). Une solution paléontologique. Le Néogène sur la feuille de Montpellier, 93.

Royan. Éocène de —, par MM. H. et R. Douvillé, 627.

Rozel. Sur l'âge des Schistes *du* — (Manche), par M. Bigot, 272. — Sur la position des Schistes *du* — (Manche), par M. Lebesconte, 296.

Rudistes. Comparaison des — urgoniens de Bulgarie, de Suisse et de France, par M. Paquier, 286. — Présentation de —, par M. Douvillé, 441. — Sur la faune et l'âge des calcaires à Rudistes de la Dobrogea, par M. Paquier, 472, 541.

RUTOT Présentation d'ouvrage, 269. — Observation de M. Ramond, 270.

S

SACCO. Sur les couches à Orbitoïdes du Piémont, 188.

Sahara. Présentation d'un Oursin recueilli dans le — oriental, par M. de Lapparent, 187.

Saint-Cyprien (Dordogne). Sur les dômes de —, Fumel et Sauveterre (Lot-et-Garonne), par M. Ph. Glangeaud, 12.

San-Marino. Sur un Cétacé fossile de —, par M. Gaudry, 439.

Santa-Lucia. Fossiles dévoniens de — (Province de Léon, Espagne), par M. D.-P. Œhlert (Pl. VI), 233.

SAUVAGE. Les Pycnodontes du Jurassique supérieur du Boulonnais (Pl. XII), 542.

Sauveterre. Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), de Fumel et — (Lot-et-Garonne), par M. Ph. Glangeaud, 12.

Savoie. Sur les *Rhacophyllites* du Lias moyen des Alpes de —, par M. Kilian, 187.

SAYN et ROMAN. Composition du Barrêmien sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers, 443. — Observation de M. Paquier, 541.

SCHLUMBERGER. Première note sur les Orbitoïdes (Pl. VII-IX), 459.

SCHMIDT (Carl). Observations géologiques à Sumatra et à Bornéo, 260. — Observations de M. Bergeron, 268 — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; observation, 704, 713.

Seine-et-Marne. Sur l'existence du Lutétien supérieur dans la vallée de la Seine entre Villenauxe et Montereau et à Villiers-Saint-Georges, par M. Thomas, 453. — Sur la morphogénie des environs de Fontainebleau, par M. le commandant Barré, 421.

Seine-Inférieure. Présentation d'une note sur les eaux de Rouen, par M. G. Dollfus, 294.

Sénonien. Sur la découverte d'un *Rhynchoteuthis* dans le — des environs de Beauvais, par M. L. Thiot, 184.

SEUNES et KERFORNE. Observations sur un gisement tertiaire des bords de la Vilaine aux environs de Rennes, 287.

SEVASTOS. Sur l'origine des Klippes des Carpathes, 475.

Silex. Origine de l'argile à —, par M. Stanislas Meunier, 197. — Nouvelles observations sur le terrain à — du sud-ouest du Bassin de Paris, par M. de Grossouvre, 431.

Sismique. État actuel en Belgique de l'étude des corrélations grisouto—s, par M. Van den Broeck, 288.

Sondage. Sur un nouveau — artésien à Bordeaux, par M. Fallot, 438.

STRINMANN. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lausanne et dans le Chablais; observations, 694, 699, 705, 713, 715.

Sud-Africaine. Géologie de la République — du Transvaal, par M. G.-A.-F. Molengraaff (Pl. I, II), 13.

Suisse. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Lausanne (—) et dans le Chablais en 1901, sous la direction de M. M. Lugeon, 677. — Les grandes Nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la —, par M. M. Lugeon (Pl XIV-XVII), 723.

Sumatra. Observations géologiques à — et à Bornéo, par M. Carl Schmidt, 260.

T

Taillefer. Sur le Dévonien de — et le Carbonifère de Visé (Belgique), par M. Bourgeat, 423.

TARDY. Notice nécrologique sur —, 281.

Tectonique. Sur les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Fumel et Sauveterre (Lot-et-Garonne), par M. Ph. Glangeaud, 12. — Géologie de la République sud-africaine du Transvaal, par M. G.-A.-F. Molengraaff (Pl. I-II), 17, 45. 86. — Etude sur la — du Jura franc-comtois, par M. E. Fournier, 97. — Quelques observations dans la partie méridionale de la chaîne de Belledonne (Alpes dauphinoises), par M. P. Lory, 179. — Observations stratigraphiques dans le nord du massif du Vercors, par M. P. Lory, 257. — Sur le pli couché des Diablerets, par M. Haug, 596. — Sur la théorie génétique des apparitions singulières d'accidents récents en plein Jurassique inférieur dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes, par M. Guébhard, 612. — Quelques remarques sur les phénomènes orogéniques de la formation des grottes et des cluses dans le Jura méridional, par M. Chanel, 676. — Réunion de la Société géologique de France à Lausanne et dans le Chablais, 677. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse, par M. M. Lugeon (pl. XIV-XVII), 723.

TERMIER (Pierre). Études lithologiques dans les Alpes françaises, 157.

TERMIER et KILIAN. Nouveaux documents relatifs à la géologie des Alpes françaises, 385.

Terrasses. Étude comparée des systèmes de — des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône, par M. de Lamothe, 297.

THÉVENIN. Sur la découverte d'Arachnides dans le terrain houiller de Commentry (Pl. XIII), 605.

THIERY. Notice nécrologique sur —, 281.

THIOT. Sur la découverte d'un *Rhyncholeuthis* dans le Sénonien des environs de Beauvais, 184.

THOMAS (H.). Sur l'existence du Lutétien supérieur dans la vallée de la Seine entre Villenauxe et Montereau et à Villiers-Saint-Georges, au nord de Provins, 453.

TOUCAS. Sur l'évolution des Hippurites, 154, 227. — Observations à la note de M. Peron sur les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes, 536.

Toulon. Le Cénomanien des environs de — et ses Echinides, par M. Michalet, 574.

Touraine. Communication sur un fossile du Miocène de —, par M. G.-F. Dollfus, 275.

Transvaal. Géologie de la République sud-africaine du —, par M. G.-A.-F. Molengraaff (Pl. I-II), 13.

Tunisie. Contribution à l'étude de l'Infracrétacé à faciès vaseux pélagique en Algérie et en —, par M. A. Joleaud, 97.

U

Urgonien. Sur l'âge des couches —nes de Bulgarie, par MM. Paquier et Zlatarski, 286. — Comparaison des Rudistes —s de Bulgarie, de Suisse et de France, par M. Paquier, 286.

Uzès. L'Aptien des environs d'— (Gard), par M. Pellat, 428.

V

Valanginien. Une solution paléontologique, par M. P.-G. de Rouville, 93.

VALETTE (dom Aurélien). Envoi d'ouvrage, 10.

VAN DEN BROECK. Correspondance, 9. — Présentation d'ouvrage, 269, 270. — Etat actuel en Belgique de l'étude des corrélations grisoutosismiques, 288.

Var. Existence de Crétacé supérieur dans le nord-est du —, par M. Guébhard, 541. — Le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides, par M. Michalet, 574.

VASSART D'HOZIER (de). Nécrologie, 281.

Vénéricardes. Sur quelques grandes — de l'Eocène, par M. Cossmann, 652.

Visé. Sur le Dévonien de Taillefer et le Carbonifère de — (Belgique), par M. Bourgeat, 423.

Vendée Un nouveau *Cycadeoidea*, par M Fliche, 193.

Vercors. Observations stratigraphiques dans le nord du massif du —, par M. P. Lory, 255.

Y

Yonne. Au sujet d'une roche de La Puisaye (—), par M. Peron, 470.

Z

ZEILLER. Observations sur la flore fossile de l'Afrique australe, 186.

Zinc. Sur un filon de minerai de — dans la Combe-des-Prés (Jura), par M. Bourgeat, 277.

ZITTEL. Envoi de fiches d'essai pour la réédition de types d'espèces fossiles, 468.

ZLATARSKI et PAQUIER. Sur l'âge des couches urgoniennes de Bulgarie, 286.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME [1]

Acanthias orpiensis Winkler, p. 481, pl. XI, fig. 21-22.

Acanthoceras sp., p. 126; voisin de Ac. Cornueli d'Orb.

Amia (*Pappichthys*) *Barroisi* Leriche, p 488, pl. X, fig. 14-16.

— *robusta* n. sp. Priem. p. 485, fig. 1-3; pl. X, fig 1-13.

Amphiope Fuchsi n. sp. Fourtau, p. 626. — A. truncata Fuchs.

— *truncata* Fuchs, p. 626, non Amphiobe truncata Ag.; A. Fuchsi Fourtau.

Ancyloceras sp., p. 127.

— sp., p. 137.

Aptychus leptophyllus Sharpe, p. 531.

— sp., p. 141.

Arius (?) *Lemoinei* n. sp., Priem, p. 492, pl. XI, fig. 9-11.

Baculites incurvatus Duj., p. 512.

Belemnites sp., p. 128, 137.

Bœuf musqué, p. 455, fig.

Cardita striatissima Nyst., p. 275.

Cœlodus suprajurensis n. sp. Sauv., p. 550, pl. XII, fig. 13.

— sp., p. 550, pl. XII, fig. 14.

Costidiscus Hamilcar Coq., p. 120.

Crioceras sp., p. 127.

Cycadeoidea divensis Fliche sp. nov., p. 194, fig. 1.

Cyrtina heteroclita Defr., var. *intermedia* Œhlert, p. 239, pl. VI, fig. 17-34; p. 242, fig. 2; p. 245, fig. 4; p. 246, fig. 5, 6; p. 247, fig. 7, 8.

Desmoceras getulinum Coq., p. 124. — Amm. Cicer Coq; A. Oxyntas Coq.

— *Gouxi* Sayn, p. 124. — A. Monicæ Coq.; Desm. difficile Sayn.

— *Nabdalsa* Coq., p. 124. — Amm. Monicæ Heinz.

— sp. voisin de D. impressum d'Orb., p. 124.

— sp., p. 136, voisin de D. Gouxi Sayn.

— cf. *Angladei* Sayn, p. 143.

— sp., p. 143, voisin de D. latidorsatum Mich.

Diceras sp., p. 473.

Dictyoconus ægyptiensis Chapman, p. 156. — Patellina ægyptiensis Chapman.

Ducalia cf. *lata* Blainv., p. 141.

— sp., p. 128, voisine de D. binervia Rasp.

— sp., p. 137.

Echinoconus gigas? Cotteau, p. 521.

Echinocorys vulgaris Breyn, p. 520.

— — var. *gibba*, p. 535.

1. Les noms de genres et d'espèces en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

Echinolampas africanus de Lor., p. 623. — E. Fraasi de Lor.; E. Osiris Des.

Edaphodon Bucklandi Ag., p. 485.

Egertonia isodonta Cocchi, p. 496, pl. XI, p. 15.

Embiotocidæ, p. 499, fig. 7-10.

Emmericia canaliculata Brusina, p. 670, fig. 6, var *idanica* Boistel.

Eotrogulus Fayoli n. sp. Thevenin, p. 607, pl. XIII, fig. 1.

Felis leo var. *spelæa*, p. 563, fig. 11.

— *ogygia* Kaup, p. 569. — Machairodus ogygius Zittel.

Gyrodus Cuvieri Ag., p. 542, pl. XII, fig. 1, 2, 3. — Pycnodus Larteti Sauv.; Gyrodus Larteti Leriche.

— *Dutertrei* Sauv., p. 544. — Pycnodus Dutertrei Sauv.; Gyrodus coccoderma Egerton.

— *subcontiguidens* Sauv., p. 545. — Pycnodus subcontiguidens Sauv.

— *umbilicus* Ag., p. 544, pl. XII, fig 4, 5.

Hamulina sp., p. 136; voisin de H. tenuis Rep.

Heterodiceras n sp., p. 473.

Hippurites sp. nov., p. 228, forme ancienne de H. Toucasi d'Orb.

— sp. nov., p 228, forme ancienne de H. Carezi Douvillé.

— sp., p. 155, forme récente de H. Moulinsi.

— sp., p. 155, forme ancienne de H. giganteus.

Holaster integer Desor, p. 520.

Holcodiscus diversecostatus Coq., p. 125.

— *Gelimer* Coq., p. 126.

— *Henoni* Coq., p. 125.

— *metamorphicus* Coq., p. 125. — H. Geronimæ Sayn.

Holcodiscus Vermina Coq., p. 125, voisin de *H. algirus* Sayn.

— sp., p. 125; voisin de H. diversecostatus Coq.

— sp. p. 125; voisin de H. metamorphicus Coq.

— sp., p. 126; du groupe de H. Sophonisba Sayn.

— sp. p. 126; voisin de H. Morleti Kil. et de H. menglonensis Sayn.

— sp , p. 137.

— sp , p. 142.

Hoplites pexiptychus Uhlig. p. 141. — H. Roubaudi d'Orb.

Hyracotherium, p. 200 et 207. - Pliolophus Owen.

— *craspedotum* Cope, p. 203.

— *cristatum* Wortm , p. 203.

— *cuniculus* Owen, p. 201.

— *Gaudryi* Lemoine, p. 202. — Propachynolophus Gaudryi Lem.

— *index* Cope, p. 203. —Eohippus pernix Marsh.

— *leporinum* Owen, p. 200, pl. IV, fig. 1. — Pliolophus vulpiceps Owen.

— *Maldani* Lemoine, p. 203. — Pachynolophus Maldani Lem.

— *tapirinum* Cope, p. 203.

— *casacciense* Cope, p. 203. — Eohippus validus Marsh.

Inoceramus Cripsii Mantell, p. 531.

— *digitatus* Sow , p. 513.

— sp., p. 514

Labridæ, p. 498. fig. 5-6; pl. XI, fig. 19-20.

Lamna striata Winkler, p. 484, pl. XI, fig. 29-30.

Lepidosteus suessoniensis Gervais, p. 489, pl. XI, fig. 1-8.

Leptoceras ensis Coq., p. 128; voisin de L. Cyrtæ Coq.

— sp. Sayn, p. 128.

— sp., p. 137; voisin de L. Cyrtæ Coq.

— cf. *ensis* Coq., p. 142.

Lophiotherium Gervais, p. 213.

— (?) *agilis* Marsh, p. 218. — Epih. agilis (Marsh).

— *cervulum* Gervais, p. 216, pl. IV, fig. 4, 5, 6. — Hyracotherium siderolithicum (Pictet).

— (?) *cuspidatus* Cope, p. 218. — Orohippus cuspidatus (Cope).

— (?) *gracilis* Marsh, p. 218. — Epih. gracilis (Marsh).

— (?) *siderolithicum* Pictet, p. 217. — Hyracotherium siderolithicum (Pictet); Pachynolophus siderolithicum Pictet sp. (Zittel).

— (?) *uintensis* Marsh, p. 218. — Epihippus uintensis (Cope).

Lucina sculpta Phill., p. 129. — ? L. Zamma Coq.

Lytoceras Ducali d'Orb., p. 120; var. *L. Ibrahim* Coq.

— sp., p. 119; voisin de L. Jauberti d'Orb.

— cf. *Phestus* Math., p. 120.

— sp. p. 120; voisin de L. strangulatum d'Orb.

— sp., p. 120.

— sp., p. 136; voisin de L. Jauberti.

— sp, p. 136; voisin de L. strangulatum.

cf *quadrisulcatum* d'Orb., p. 142.

Lytoceras sp., p. 142, du gr. de L. Juilleti; voisin de L. tenuistriatum Rep.

— sp., p. 143; voisin de L. Abd-el-Kader Coq

Machairodus aphanistus Kaup., p. 557-558, fig. 6, 7; p. 563, fig. 11; p. 570, fig. 12.

— *crenatidens* Fabrini, p. 561, fig. 10; p. 563, fig. 11; p. 564, fig. 12; p. 565, fig. 13; p. 566, fig. 14; p 572, fig. 17.

— *cultridens* Cuv., p. 552, 553, fig. 1, 2; p. 554, fig. 3, 4; p. 555, fig. 5; p. 561, fig. 11; p. 572, fig. 17.

— *Jourdani* Filhol, p. 572, fig. 17; p. 563, fig. 11; p. 568, Hyænictis germanica Fraas.

— *latidens* Owen, p. 559, 560, fig. 8-9.

— *Nestianus* Fabrini, p. 567.

— *ogygius* Zittel, p. 569. — M. orientalis Kittl; M. Schlosseri Weith.; Felis ogygia Kaup.

— *orientalis* Kittl, p. 569. — M. ogygius Zittel.

— *palmidens*, p. 563, fig. 11; p. 568, 572, fig. 17.

— *Schlosseri* Weith., p. 569. — M. ogygius Zittel.

Macroscaphites Yvani Puzos mut. *striatisulcata* d'Orb., *afra* Sayn, p. 120.

Matheronia sp., p. 472, gr. de M. gryphoides Math.

Mesodon affinis Nicollet, p. 545, pl. XII, fig. 6. — Pycnodus affinis Nic.

— *Bouchardi* n. sp. Sauv., p. 546, pl. XII, fig. 7, 8.

— aff. *granulatus* Münster, p. 548. — Mesodon lævia Sauv.

— *Lennieri* n. sp. Sauv., p. 546, pl. XII, fig. 9.

Mesodon morinicus Sauv., p. 549, pl. XII, fig. 10.

— *Rigauxi* n. sp. Sauv., p. 548. — M. granulatus Sauv., non Münster nec Fricke.

— *simulans* n. sp. Sauv., p. 549, pl. XII, fig. 11.

— sp., p. 54, pl. XII, fig. 12.

Micraster arenatus Sismonda, p. 519; voisin de M. Matheroni Desor.

— *coranguinum* Klein, p. 517.

— *decipiens* Bayle, p. 517.—M. cortestudinarium auct. non Goldf. et var. *icannensis* Lambert.

— *fastigatus* Gauthier, p. 532. — M. gibbus Lam. (in Lambert).

— *gibbus* Lamarck, p. 517. — M. gibbus Lambert (pl. XII, fig. 4, 5).

— *Gottschei* Stolley, p. 533. — M. cordatus? Ag (in Fallot); M. Brongniarti Hébert var. Sismondæ (in Lambert); M. pseudoglyphus de Gross.; M. glyphus Gauthier; M. Schröderi Stolley.

Monopleura sp., p. 473; voisin de M. imbricata Math.

Mortoniceras texanum Rœmer, p. 512.

Myledaphus, p. 500.

Nemastomoides Elaveris n. sp. Thévenin, p. 609, pl. XIII, fig. 2.

Noetlingia Monteili Gauthier sp. n., p. 191, pl. III, fig. 1, 2, 3.

Nummulopalatus paucidens n. sp. Priem, p. 497, pl. XI, fig. 18.

— *Vaillanti* n. sp. Priem, p. 497, pl. XI, fig. 16-17.

Odontaspis elegans Ag. p. 482, pl. XI, fig. 27-28.

— *Rutoti* Winkler, p. 482, pl. XI, fig. 25-26.

Oppelia sp., p. 124; voisin de O. Nisus d'Orb.; O. Nisoides Sarr.; O. Haugi Sarr.; O. subradiata.

Orbitoides, p. 463.

Orbitoides apiculata Schl. n. sp., p. 465, pl. VIII, fig. 1, 4, 6; pl. IX, fig. 1-4.

— *media* d'Archiac, p. 464, pl. VII, fig. 1, 7. — Licophris Faujasi Defr.; Orbitolites media d'Arch.; Orbitoides media d'Orb.

— *minor* Schl. n. sp., p. 466, pl. VIII, fig. 2, 3, 5; pl. IX, fig. 2, 3.

Orbitolina, p. 156.

Ostrea hippopodium Nills, p. 514.

Pachydiscus Levyi de Gross., p. 531. — Amm. ootacodensis Stol. (in Fallot).

Pachynolophus Pomel, p. 204, 216.

— *cesserasicus* P. Gervais, p. 208.

— *Duvalii* Pomel, p. 204, pl. V, fig. 1, 4, 5. — Hyracotherium de Passy Blainv.

— *Gaudryi* Lemoine, p. 202, 209. — Propachynolophus Gaudryi Lemoine.

— *Moldani* Lemoine, p. 203, 209.

— *Prevosti* P. Gervais, p. 208, pl. V, fig. 2, 3.

Patellina, p. 156.

Phylloceras infundibulum d'Orb., p. 119. — Am Batorensis Coq.

— *Thetys* d'Orb., p. 119. — Amm. Moreli d'Orb.

— cf. *Carlavanti* d'Orb, p. 119; voisin de Ph Guettardi Rasp.

— cf. *Ernesti* Uhlig, p. 119. — ? Am. Aspar Coq.

— cf. *semisulcatum* d'Orb., p. 119.

— sp., p. 119; voisin de Ph. Thetys d'Orb.

— sp., p. 119; voisin de Ph. infundibulum d'Orb.

— sp., p. 119.—Ph. Micipsa Coq.

Phyllodus Gaudryi n. sp. Priem, p. 494, fig. 4; pl. XI, fig. 14.

Pleurotomaria cf. *royana* d'Orb., p. 512.

Plicatula Reynesi Coq., p. 582. — Pl. Batnensis Coq.

Putchellia Lorioli Nicklès, p. 121.

— sp., pp. 121, 136, voisin de P. Malladæ Nickl.

— sp., p. 121, du groupe P. compressissima Gerh.

— sp., p. 122, voisin de P. coronatoides Sayn.

— sp., p. 122, voisin de P. hoplitiformis Sayn.

— sp., p. 122, voisin de P. Damremonti Sayn.

— sp., p. 123, voisin de P. provincialis d'Orb. var. Lindigi Karsten.

— sp., pp 123, 136, voisin de P. provincialis d'Orb.

Propalæotherium Gervais, p. 210, 216.

— *argentonicum* P. Gervais, p. 212.

— *isselanum* Cuv. Blainville, p. 210.

— *minutum*, p. 212.

— *parvulum* Laurent, p. 208.

— *parvulum* Cuv.; Laurillard, p. 212, pl. IV, fig. 2, 3. — P. minutum Rüt.

— *pygmæum* Ch. Dep., sp nov., p. 212.

Rhynchoteuthis sp. nov., p. 184, fig.

Silesites aff. *Seranonis* Sayn, p. 124. — A. impare-costatus Coq.; A. Oxyntas Heinz.

Sismondia Sæmanni de Lor., p. 625.

— var. *minor* n. var. Fourtau, p. 626.

Spirifer Boulei Œhlert n. sp., p. 233, pl. VI, fig. 1.

— (*Reticularia*) *Dereimsi* Œhlert n. sp, p. 235 et p. 236, fig. 1; pl. VI, fig. 2-16. — Sp. curvatus Schloth.

— *Pellicoi* de Verneuil, p. 234.

— *Verneuili*, p. 250, fig. 12.

Spiriferina rostrata, p. 244, fig. 3.

Squatina Gaudryi n. sp. Priem, p. 482, pl. XI, fig. 23-24.

Syringothyris (Davidson), p. 249.

Toxoceras ouachense Coq., p. 127.

— sp., p. 127; voisin de T. Royeri d'Orb.

— sp., p. 127; voisin de T. Emerici d'Orb.

— sp., p. 137; voisin de T. ouachense Coq.

Trochus sp., p. 129.

Turbo sp, p. 129.

— sp p. 137.

Valletia sp., p. 472, aff. V. Tombecki M.-Ch.

Venericardia densata Conrad, p. 656; p. 654, fig. 1; p. 655, fig. 2. — Cardita planicosta Conr.; C. densata Conr.; Venericardia planicosta Gilb.

— *planicosta* Lmk., p. 653, 654, fig 1; p. 655, fig. 2. — V. mitis Lmk.

FIN DE LA TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

LISTE DES FIGURES ET DES CARTES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

Pages

G.-A.-F. Molengraaff. — 1. Coupe des couches de la série de Hospital-Hill, dans le Witwatersrand central, à Johannesburg 21

2. Coupe des couches de la série de Hospital-Hill dans le Witwatersrand central 22

3. Coupe passant par la mine d'or de Denny-Dalton (district de Vrijheid) 26

4. Coupe schématique du bord du bassin du Witwatersrand à Wonderfontein 32

5. Coupe près la mine de Kromdraai 34

6. Formes d'érosions dans les grès de la série du Black-Reef à Duivels-Kantoor 39

7. Les Kransen de la série de Prétoria entre Waterwal-Boven et Waterval-Onder 44

8. Dyke de diabase formant un banc intrusif au kilomètre 219 du chemin de fer de Komatipoort à Prétoria 46

9. Diabase intrusive dans les couches de la série de Prétoria, près de Prétoria 46

10. Coupe prise au nord du Transvaal 49

11. Coupe théorique montrant le mode d'affaissement de la série de Prétoria vers le Boschveld et les failles à gradins 58

12. Coupe montrant la discordance du système du Karroo sur le système primaire dans le district de Vrijheid 67

13. La montagne Gotshe et la propriété Mooiklip, vue du sud 68

14. Coupe dans le district de Vrijheid 70

15. Conglomérat de Dwyka reposant sur les couches de Barberton (district de Vrijheid) 72

16. Roche moutonnée émergeant du conglomérat de Dwyka sus-jacent 72

17. Conglomérat de Dwyka reposant sur la surface ondulée des couches de Barberton 73

18. Roche moutonnée polie et burinée sous le conglomérat de Dwyka 73

19. Paysage morainique près de Riverton 74

P.-G. de Rouville. — 1, 2, 3. Coupes suivant les directions 1, 2, 3 du plan . 94

4. Plan du territoire d'Assas-Viviers-Teyran (Hérault) (1/160.000) 94

E. Fournier. — 1. Coupe de la partie moyenne du lac de Saint-Point. 99
2. Coupe à la Fontaine-Ronde 100
3. Coupe à 2 kilomètres au sud de la précédente . . . 100
4. Coupe à la mine de Longueville. 101
5. Coupe entre la Fontaine-Ronde et le lac de Saint-Point 102
6. Coupe de la zone des hauts-plateaux. 103
7. Coupe de la Chapelle des Buis 104
8. Coupe du Moulin Caillet 105
9. Brachyanticlinal de Merrey-Vielley 107
10. Brachyanticlinal de Miserey 107
11. Coupe du massif de la Serre 108
12. Schéma du Jura franc-comtois avant et après les plissements tertiaires 109
13. Coupe à travers les bassins crétacés de l'Ognon et de la Saône et le plateau intermédiaire. 110
14. Coupe dans la vallée de l'Ognon. 110
A. Joleaud. — 1. Carte géologique du Barrémien du Djebel-Ouach (Constantine) et des terrains adjacents (1/75.000). 115
2, 3, 4. Trois coupes dans le Barrémien du Djebel-Ouach 116
5. Carte géologique du Barrémien de Guelma et des terrains adjacents (1/50.000) 135
P. Lory. — 1. Extension des faciès au Sinémurien dans les Alpes dauphinoises (1/2.000.000). 180
2. Coupe à Laffrey. 180
3. Vue prise sous le col du nevé de Taillefer. 182
4. Carte des plissements des environs de Taillefer (1/400.000). 183
L. Thiot. — *Rhynchoteuthis* sp. n. G. N. 184
P. Fliche. — *Cycadeoidea divensis* n. sp. 194
D.-P. Œhlert. — 1. *Spirifer Dereimsi* n. sp. 237
2. Deltidium de *Clitambonites*. 242
3. Sections de *Spiriferina rostrata* 244
4. Sections de l'extrémité apicale du crochet ventral de *Cyrtina heteroclita* 245
5. Section de *Cyrtina heteroclita*, commençant à atteindre le pseudodeltidium. 246
6. Section très grossie du spondylium et du tichorhinum 246
7. Section montrant à l'intérieur des plaques dentales, les traces de dents 247
8. Section montrant le mode d'accroissement des plaques dentales et la continuité du septum entre celles-ci. 247
9. Sections montrant la façon dont les parois du spondylium s'interrompent pour laisser le tichorhinum libre 248
10. Sections successives du tichorhinum montrant la façon dont on le voit disparaître. 248
11. Section transversale du crochet de la valve ventrale de *Syringothyris* Davidson. 249

F. KERFORNE — Discordance du Cambrien sur le Précambrien, près de Rennes 258
C. SCHMIDT. — Profil de Bangka et du sud de Sumatra 263
A. BIGOT. — Coupe dans la région du Rozel (Manche). 273
de LAMOTHE. — 1. Coupe schématique de la vallée de l'Isser, près de l'embouchure 298
2. Diagramme des oscillations verticales du niveau de base à l'embouchure de l'Isser 302
3. Coupe schématique des alluvions de la Moselle entre Remiremont et le Saut-du-Broc. 312
4. Coupe des terrasses de la rive gauche de la Moselle à Thaon 316
5. Profil longitudinal de la Moselle entre Frouard et le Thillot (eaux moyennes). 318
6. Coupe transversale du barrage de Noir-Gueux. . . 320
7. Schéma montrant l'élévation du barrage de Noir-Gueux sur la rive gauche de la Moselle et son raccordement avec la basse terrasse. 320
8. Coupe transversale de la vallée de la Moselle, près d'Arches 322
9. Coupe entre Valence et Romans 341
10. Profil longitudinal du Rhône entre la mer et Lyon. 345
11. Schéma indiquant comparativement les analogies et les différences de la théorie de du Pasquier et de celle déduite de l'étude de l'Isser 354
12 Schéma de la formation des terrasses régulières et irrégulières dans l'hypothèse des oscillations du niveau de base. 359
13. Schéma de la formation d'un système de terrasses. 363
14. Schéma montrant les différences que présente la marche de l'érosion suivant l'importance des bassins hydrographiques. 365
15. Cas où les déplacements du niveau de base sont exclusivement horizontaux 367
16. Cas où le niveau de base se déplace à la fois horizontalement et verticalement 367
17. Mode de formation des fausses terrasses. 370
W. KILIAN et P. TERMIER. — 1. Coupe relevée au sud de l'Echalp (Queyras) 392
2. Succession observée entre le Bric-Bouchet et le col de Malaure, dans le Haut-Queyras. 393
3. Coupe du Mont-Pelvas 396
4. Coupe relevée au sud-est de Molines (Queyras). . . 408
BOURGEAT. — 1. Contact du Givétien et de la Grauwacke à Taillefer. 424
2. Coupe du Carbonifère entre Argenteau et Visé . . 425
F. FALLOT. — 1. L'Aquitanien dans les coteaux de Sainte-Croix-du-Mont 434
2. Carte indiquant la disposition probable de la mer aquitanienne dans la Gironde (1/750.000) 435
Edouard HARLÉ. — Crâne de Bœuf musqué. 455
F. PRIEM. — 1-2. *Amia robusta* n. sp. 486
3. *Amia robusta* n. sp. 487

4. *Phyllodus Gaudryi* n. sp. . . . . .
5-6. Labridé indéterminé de l'Agéien .
7-10. Embiotocidé (?) indéterminé du Cernay . . . . . .

A. Peron. — 1. Schéma de la disposition des couch
2. Profil schématique du Crétacique su Trinité et Font-de-Jarrier. . . . .

M. Boule. — 1-2. Canines supérieures de *Machairo*
3-4. Photographies des pièces étudiées
5. Canine supérieure de *Machairodus*
6. Canine supérieure du *Machairodus*
7. Canine supérieure du *Machairodu*
8-9. Canines supérieures du *Machair*
10. Canine supérieure gauche de *Mac tidens*. . . . . .
11. Profil des carnassières supérieur divers Félins fossiles. . . . . .
12. Dents de *Machairodus crenatidens* d
13. Dents inférieures de *Machairodus* Sainzelles . . . . . .
14. Molaires inférieures de *Machairodu* Sainzelles. . . . . .
15. Canine supérieure de *Machairodus*
16. Canine supérieure de *Machairodus* .
17. Dernière prémolaire et carnassiè gauches de diverses espèces de *M*

A. Guébhard. — 1. Schéma de la formation des lambea
2. Id. i
3. Plan des contours géologiques de dans la région des accidents parad
4. Coupe suivant la ligne C de la fig.
5. Coupe suivant la ligne B de la fig.
6. Coupe suivant la ligne A de la fig.
7. Schéma de la formation d'une p couches anciennes sous le lambea couches récentes . . . . . .

M. Cossmann. — 1. Charnières de la valve gauche de *V nicosta* L. et de *V. densata* Conr.
2. Charnières de la valve droite de *V nicosta* L. et de *V. densata* Conr.

A. Boistel. — 1. Coupe dans le vallon de Jurancieu.
2. Id .
3. Plan du vallon de Jurancien (1/15.
4. Coupe suivant la ligne XY de la car
5. Coupe dans le vallon de Saint-Cyr.
6. *Emmericia canaliculata* Brusina . .
7. Profil entre Ambérieu et Jujurieu .

Réunion extraordinaire à Lausanne et dans le Chablais

M. Lugeon. — 1. Coupe du contact de la région molassique horizontale avec la région de la molasse plissée. 687
2. Position des affleurements entre Bouveret et Saint-Gingolph 689
3. Coupe du pli frontal plongeant du massif de la Brèche 711
4. Coupe théorique du pli frontal du massif de la Brèche avant la fin de l'arrêt du mouvement du chevauchement. 712
Preiswerk. — Coupe du bord du massif de la Brèche au col de Coux 721
M. Lugeon. — 1. Coupe du contact des Hautes Alpes et des Préalpes en avant de la Dent de Morcles 729
2. Contact des Préalpes et des Hautes Alpes. Coin pénétrant de la nappe des Diablerets dans les terrains préalpins, au-dessus de la nappe couchée et plissée du massif Dent de Morcles-Grand Muveran 729
3. Les trois grandes nappes superposées des Hautes Alpes. 731
4. Coupes schématiques des nappes des Préalpes. . . 754
5. Coupe du massif de la Hornfluh 756
6. Coupe de la klippe du Giswylerstock modifiée dans l'hypothèse de plis venus du sud. 767
7. Coupe schématique du front nord de la chaîne alpine à travers les Hautes Alpes bernoises et les Préalpes 773
8. Coupe des Clariden. 777
9. Coupe de la nappe supérieure de Glaris et de l'extrémité de la nappe inférieure 783
10. La nappe supérieure glaronnaise subdivisée en trois nappes indépendantes dans les montagnes du nord du Klönthal 787
11. L'extrémité de la nappe de Glaris disparaissant sous les nappes du Falknis et du Rhäticon. . . 795
12. Les plis du Falknis sous les Préalpes médianes de l'est, d'après les levés de M. Lorenz. 797
13. Coupe du massif du Simplon 815
14. Coupe à travers le massif de l'Ofenhorn et le Val d'Antigorio 815

FIN DE LA LISTE DES FIGURES ET DES CARTES

LISTE DES PLANCHES

Pl. I. — G.-A.-F. Molengraaff. — Esquisse géologique de la République sud-africaine du Transvaal. — 1/1.500.000.

Pl. II. — Id. — République sud-africaine, coupes géologiques. — Fig. 1. Coupe schématique de la vallée de Limpopo au massif de Vredefort (échelle des longueurs 1/1.000.000). — Fig. 2. Coupe schématique le long du chemin de fer entre Belfast (Transvaal) et le territoire portugais de Moçambique (échelle des longueurs 1/800.000). — Fig. 3. Coupe de l'escarpement est du Hooge-Veld, près de Pelgrimsrust, d'après les données de M. Stark (échelle des longueurs 1/10.000).

Pl. III. — V. Gauthier. — Noetlingia Monteili Gauthier. — Fig. 1. *Noetlingia Monteili*, vu de profil, grandeur naturelle. — Fig. 2. Le même, face supérieure. — Fig. 3. Portion d'aire ambulacraire grossie.

Pl. IV. — Ch. Depéret. — Revision des Hyracothéridés européens. — Fig. 1. *Hyracotherium leporinum* Owen. D'après un moulage du crâne provenant de l'argile de Londres à Herne-Bay, figuré par Owen (*Geol. Mag.*, 1865, pl. X, fig. 2) et conservé au British Museum. Palais montrant à gauche les 3 M, p^4, p^3 et les deux alvéoles de p^2 ; à droite m^2, m^1, p^4, p^3 et p^2. Figure grossie d'un cinquième. Longueur réelle des 3 M, 0,024 ; des trois dernières prémolaires, 0,020. - Fig. 2. *Propalæotherium parvulum* Laurillard sp. Sidérolithique. Eocène de Lissieu (Rhône). Série des molaires supérieures gauches (3 M, 4 P) formée à l'aide de dents trouvées isolément. Figure grossie d'environ un quart. Longueur réelle des sept molaires, 0,058. — Fig. 3. *Propalæotherium parvulum* Laur. sp. Sidérolithique. Eocène de Lissieu. Série des molaires inférieures (3 M, 4 P) du même animal et du même gisement. Figure grossie d'un quart. Longueur réelle, 0,066. — Fig. 4. *Lophiotherium cervulum* Gervais. Eocène supérieur de Saint-Hippolyte-de-Caton (Gard). Partie de maxillaire montrant les 3 M et les deux dernières P (p^4, p^3). Dans cet individu, p^4 est molariforme, mais p^3 n'a qu'un seul denticule interne formé par la soudure des deux denticules normaux. Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des six molaires, 0,043. — Fig. 5. *Lophiotherium cervulum* Gervais. Même gisement. Maxillaire droit avec la série des sept molaires (3 M, 4 P) séparées de la canine par une longue barre. Dans ce spécimen p^2 est (comme p^4 et p^3) molariforme, avec deux denticules internes étroitement accolés; p^1 allongé montre aussi deux denticules internes. Figure grossie d'environ un quart. Longueur réelle des sept molaires, 0,046. — Fig. 6. *Lophiotherium cervulum* Gerv. Même gisement. Branche droite de mandibule avec la série des sept molaires (3 M, 4 P); p^2 est submolariforme. Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des sept molaires, 0,044.

Pl. V. — Id — Id. — Fig. 1. *Pachynolophus Duvali* Pomel. Crâne provenant des grès éocènes du Minervois (Hérault). La pièce montre à gauche la série des six molaires (3 M, 3 P) ; il n'y a pas de p^1 ; à droite m^2 et m^3 ; la canine est séparée de p^2 par une longue barre. Figure légèrement grossie. Longueur réelle du crâne du bord incisif au bord postérieur du trou occipital, 0,13 ; longueur de la série des six molaires, 0,042. — Fig. 2. *Pachynolophus Prevosti* Gervais. Calcaire grossier supérieur de Nanterre : Type de l'espèce, figuré par Gervais (*Zool. et paléont. franç.*, pl. 35, fig. 16). (Coll. Mus. Paris). Arrière-molaire supérieure probablement m^3. Figure grossie d'un quart. Dimensions réelles : longueur, 0,009 ; largeur en avant, 0,011. — Fig. 3. *Pachynolophus Prevosti* Gervais. Calcaire grossier supérieur de Gentilly (Coll. Mus. Paris). Maxillaire supérieur gauche avec les 3 M et les deux dernières P (p^4 et p^3). Figure grossie d'un quart. Longueur réelle des cinq molaires, 0,043. — Fig. 4. *Pachynolophus Duvali* Pomel. Calcaire grossier supérieur de Passy (Coll. Mus. Paris) Type du genre et de l'espèce. Trois dents isolées, les seules actuellement existantes de la série des six molaires figurées par Blainville et Gervais (*Zool. et paléont. fr.*, pl. 17, fig. 1) et qui sont le type du genre *Pachynolophus* Pomel. Les figures représentent deux arrière-molaires, l'une droite, l'autre gauche (m^2 probablement) et la dernière prémolaire p^4. Figure grossie d'un quart. Dimensions réelles de m^2 : longueur, 0,008 ; largeur en avant, 0,010. — Fig. 5. *Pachynolophus Duvali* Pomel. Calcaire grossier supérieur de Passy (Coll. Mus. Paris). L'un des types du genre et de l'espèce. Trois arrière-molaires inférieures droites séparées, me paraissant être les mêmes que celles figurées par Blainville sous le nom d'*Hyracotherium* de Passy (*Ostéogr.*, g. *Lophiodon*, pl. II). Figure grossie de 1/4. Long. réelle des trois molaires, 0,0285.

Pl. VI. — D.-P. Œhlert. — Fossiles dévoniens de Santa-Lucia. — Fig. 1. *Spirifer Boulei*, n. sp. ; gr. nat. — Fig. 2 à 16. *Reticularia Dereimsi*, n. sp. ; gr. nat. — Fig. 17 à 34. *Cyrtina heteroclita* Defr., var. *intermedia* Œhlert : 17, gr. nat. ; 18 à 34, gross. 1 1/2.

Pl. VII. — Ch. Schlumberger. — Orbitoides media d'Archiac. — Fig. 1. *Orbitoides media* d'Archiac (*L. Faujasi* de la coll. Defrance). Mirambeau. Gr. 5/1. — Fig. 2-3. *O. media* d'Archiac. Royan. Gr. 5/1. — Fig. 4. *O. media* d'Archiac. Section transversale. Forme B (de la collection Defrance). Gr. 13/1. — Fig. 5. *O. media* d'Archiac. Section transversale. Forme A, Royan. Gr. 13/1. — Fig. 6-7. *O. media* d'Archiac. Sections équatoriales. Formes A; fig. 6, de Royan; fig. 7, Mirambeau. Gr. 12/1.

Pl. VIII. — Id. — Orbitoides apiculata Schlumb. ; O. minor Schlumb. — Fig. 1. *Orbitoides apiculata* Schlumb. de Maestricht. Gr. 5/1. — Fig. 2-3. *O. minor* Schlumb. de Maestricht. Gr. 9/1. — Fig. 4. *O. apiculata* Schlumb. Section transversale. Forme B, de Maurens Gr. 13/1. — Fig. 5. *O. minor* Schlumb. Section transversale. Forme A, de Maestricht. Gr. 13/1. — Fig. 6. *O. apiculata* Schlumb. Section transversale. Forme A, de Maestricht. Gr. 20/1.

Pl. IX — Id. — Id. — Fig. 1. *Orbitoides apiculata* Schlumb. Section équatoriale. Forme A, de Maestricht. Gr. 13/1. — Fig. 2. *O. minor* Schlumb. Individu usé, de Maestricht. Gr. 9/1. — Fig. 3. *O. minor* Schlumb. Section équatoriale. Forme A, de Maestricht. Gr. 14/1. — Fig. 4. *O. apiculata* Schlumb. Section équatoriale. Forme B, de Maurens, Gr. 13/1.

Pl. X. — F. Priem. — Poissons de l'Éocène inférieur des environs de Reims. — Fig. 1. *Amia robusta* n. sp. Conglomérat de Cernay. Vertèbre n° I de la 1re série, vue de la face antérieure. — Fig. 2. *Id.* Vertèbre n° III de la 1re série, vue antérieure. — Fig. 3 *Id.* Vertèbre n° IV de la 1re série, vue antérieure — Fig. 4. *Id.* Vertèbre n° VII (caudale) de la 1re série, vue antérieure. — Fig. 5. *Id.* Vertèbre n° III de la 2e série, vue antérieure. — Fig. 6. *Id.* Vertèbre n° V (caudale) de la 2e série, vue antérieure. - Fig. 7. *Id.* Basioccipital d'un individu de moyenne taille, vue de dessus. — Fig. 8. *Id.* Parasphénoïde d'un individu de grande taille, vue inférieure. — Fig. 9. *Id.* Fragment d'os dentaire, vue externe. — Fig. 10. *Id.* Même fragment, vue interne. — Fig. 11. *Id.* Maxillaire d'un individu de petite taille, vue inférieure. — Fig. 12. *Id.* Fragment de maxillaire avec alvéoles externes et internes — Fig. 13. *Id.* Même fragment, vu sur la face latérale interne. — Fig. 14. *Amia* (*Pappichthys*) *Barroisi* Leriche sp. Agéien. Vertèbre abdominale, vue antérieure. — Fig. 15. *Id.* Vertèbre caudale, vue antérieure. — Fig. 16. *Id.* Fragment d'os dentaire, vu de dessus.

Pl. XI. — Id. — Id. — Fig. 1. *Lepidosteus suessionensis* P. Gervais. Agéien. Vertèbre, vue par la face postérieure. — Fig. 2. *Id.* Vertèbre vue par la face antérieure. — Fig. 3. *Id.* Fragment de plaque osseuse de la tête. — Fig. 4. *Id.* Ecaille de la région des flancs, face externe. — Fig 5. *Id.* Ecaille de la ligne latérale, face interne. — Fig. 6. *Id.* Fragment d'os dentaire, vue supérieure. — Fig. 7. *Id.* Fragment de maxillaire, vue externe. — Fig. 8. *Id.* Fragment de prémaxillaire, vue externe. — Fig. 9. *Arius? Lemoinei* n sp. Agéien. Piquant de nageoire pectorale droite, vue latérale. — Fig. 10. *Id.* Vue postérieure. — Fig. 11. Même espèce. Fragment de piquant dorsal, vue latérale. — Fig. 12. *Arius Datemplei* Leriche. Agéien. Piquant dorsal, vue latérale. — Fig. 13. *Pimelodus Gaudryi* Leriche. Agéien. Piquant dorsal, vue latérale. — Fig. 14. *Phyllodus Gaudryi* n. sp. Agéien. Plaque pharyngienne inférieure. — Fig. 15. *Egertonia isodonta* Cocchi. Agéien. Plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante. — Fig. 16. *Nummopalatus Vaillanti* n. sp. Agéien. Fragment de plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante. — Fig. 17. *Id.* Vue de profil. — Fig. 18. *Nummopalatus paucidens* n. sp. Plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante. — Fig. 19. Labridé indét., voisin de *Tautoga* actuel. Conglomérat de Cernay. Plaque pharyngienne supérieure, vue par la face triturante. — Fig. 20. *Id.* Fragment vu de profil. — Fig. 21-22. *Acanthias orpiensis* Winkler sp. Cernaysien. Fig. 21, dent vue de la face interne; fig. 22, dent vue par la face externe. — Fig. 23-24. *Squatina Gaudryi* n. sp. Cernaysien. Fig. 23, dent anté-

rieure, face externe; fig. 24, dent latérale, face interne. — Fig. 25-26. *Odontaspis Rutoti* Winkler sp. Cernaysien? Fig. 25, dent antérieure, face externe; fig. 26, dent latérale, face interne. — Fig. 27-28. *Odontaspis elegans* Agassiz sp. Cernaysien. Fig. 27, dent antérieure, face interne; fig. 28, dent antéro-latérale, face externe. — Fig. 29-30. *Lamna striata* Winkler sp. Cernaysien (sables de Châlons-sur-Vesle). Fig 29, dent antérieure, face externe; fig. 30, dent latérale, face interne.

Pl. XII. — H.-E. Sauvage. — Pycnodontes jurassiques du Boulonnais. — Fig. 1 *Gyrodus Cuvieri* Agassiz. Spleniaux. Musée du Havre (collection Bouchard-Chantereaux). Kimméridgien supérieur — Fig. 2. Même espèce. Vomer. Musée de Boulogne. Kimméridgien supérieur. — Fig. 3. Même espèce (*Gyrodus Larteti* Sauvage). Splénial. Musée de Boulogne. Kimméridgien. Zone à *Pholadomya hortulana*. — Fig. 4. *Gyrodus umbilicus* Agassiz. Vomer. Musée de Boulogne. Portlandien inférieur. — Fig. 5. Même espèce. Vomer. Musée de Boulogne. Portlandien supérieur. — Fig 6. *Mesodon affinis* Nicolet. Splénial. Musée du Havre. — Fig 7. *Mesodon Bouchardi* n. sp. Splénial. Musée du Havre. — Fig. 8. Même espèce. Vomer. Musée du Havre. — Fig. 9. *Mesodon Lennieri* n. sp. Splénial. Musée du Havre. — Fig. 10. *Mesodon morinicus* Sauvage, Splénial. Musée du Havre. — Fig. 11. *Mesodon simulans* n. sp. Splénial. Musée de Boulogne. Portlandien inférieur. — Fig. 12. *Mesodon* sp. Vomer. Musée de Boulogne. Astartien. Zone à *Pygurus jurensis*. — Fig. 13. *Cœlodus suprajurensis* n. sp. Vomer. Musée de Boulogne. Portlandien-Purbeckien. — Fig. 14. *Cœlodus* sp Même collection, même niveau.

Pl. XIII. — A. Thevenin. — Arachnides du Houiller de Commentry. — Fig. 1. *Eotrogulus Fayoli* sp., grossi 2 fois. — Fig. 2. *Nemastomoides Elaveris* sp., grossi 3 fois.

Pl XIV. — Maurice Lugeon. — Coupes dans la région de la Brèche du Chablais et les Préalpes (échelle 1/50.000). — Fig. 1. Coupe du flanc gauche de la vallée du Rhône. — Fig. 2. Coupe du flanc droit de la vallée de la Drance du Biot.

Pl. XV. — Id. — Id. — Fig. 1. Coupe du massif de la Brèche et de la zone interne des Préalpes, pli couché de la Dent du Midi. — Fig. 2. Coupe du Val de Morgins au Val d'Illiez. — Fig. 3. Coupe à travers le massif de la Brèche du Chablais au nord de la vallée du Giffre. — Fig. 4. Environs de Taninge.

Pl. XVI. — Id. — Coupes a travers le versant nord des Alpes de la Suisse centrale et orientale, dans l'hypothèse des grands plis couchés vers le nord, d'après les travaux de MM. Escher de la Linth, Moesch, A. Heim et Lugeon. Échelle 1/150.000.

Pl. XVII. — Id. — Carte structurale des Alpes de Savoie et de la Suisse. Échelle 1/750.000.

DATE DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1 — (feuilles 1-6, Pl. I-II), juin 1901.
— 2 — (— 7-16, Pl. III-IV), août 1901.
— 3 — (— 17-27), octobre 1901.
— 4 — (— 28-43, Pl. VII-XIII), mars 1902.
— 5 — (— 44-55, Pl. XIV-XVII), juin 1902.

ERRATA DU TOME XXVIII (3e série)

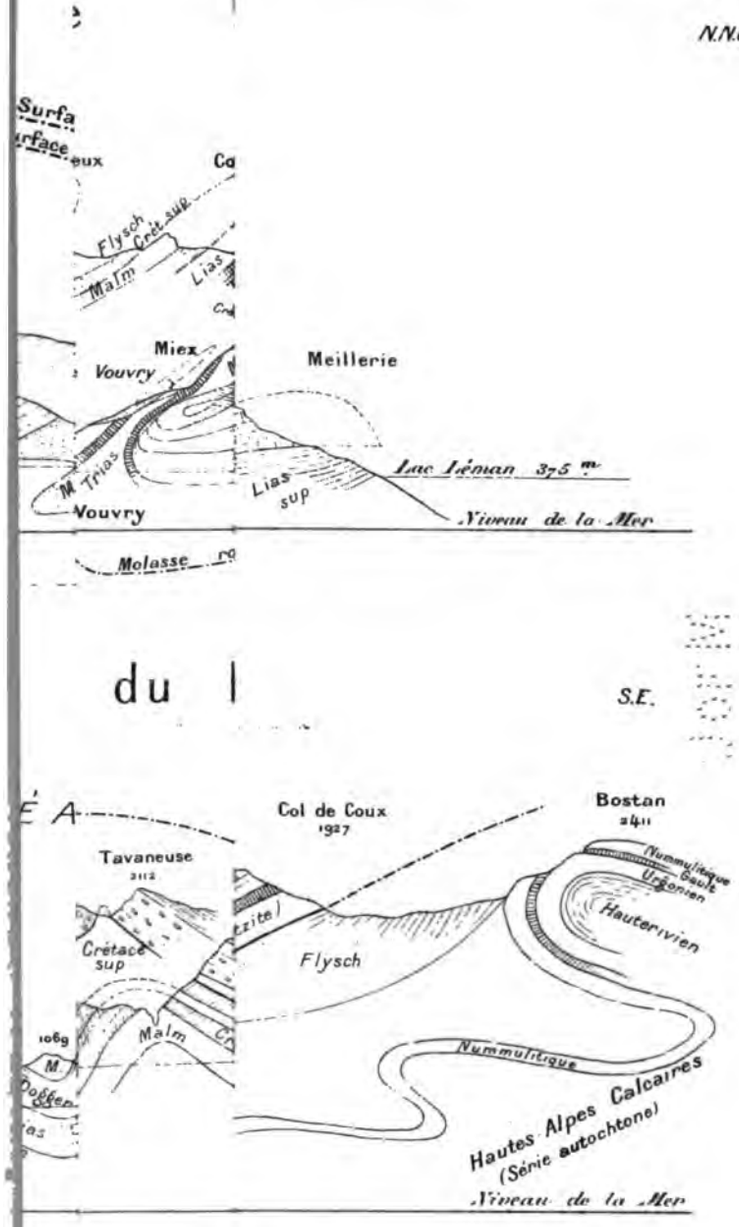
Réponse de M. G. Dollfus, a la note de M. de Grossouvre, intitulée :
Sur l'Oligocène et le Miocène du bassin de Paris

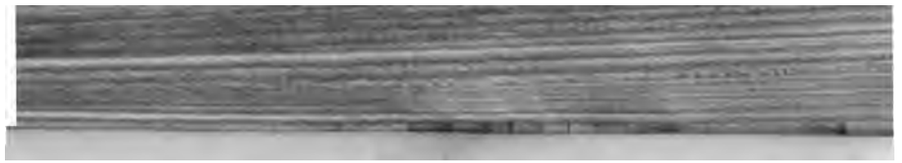
P. 995, ligne 6, au lieu de : *Grès de Beauce*, lire : *Grès de Brenne.*
— — 9, — *Chevruelles*, — *Chevenelles, près Chitenay.*

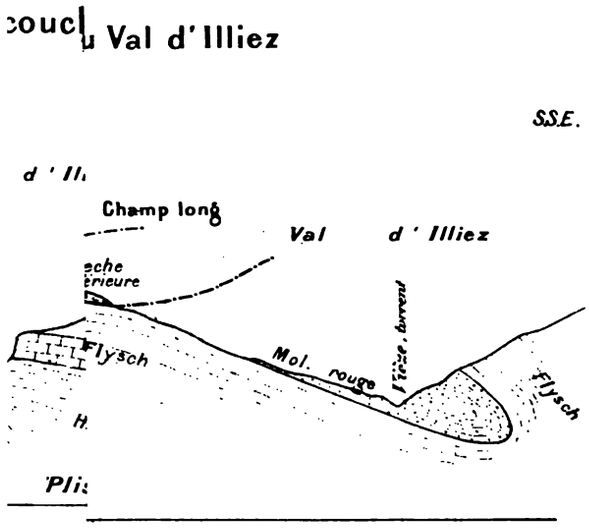
ERRATA DU TOME PREMIER (4e série)

Etude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isère, de la Moselle, du Rhin et du Rhône, par M. de Lamothe :

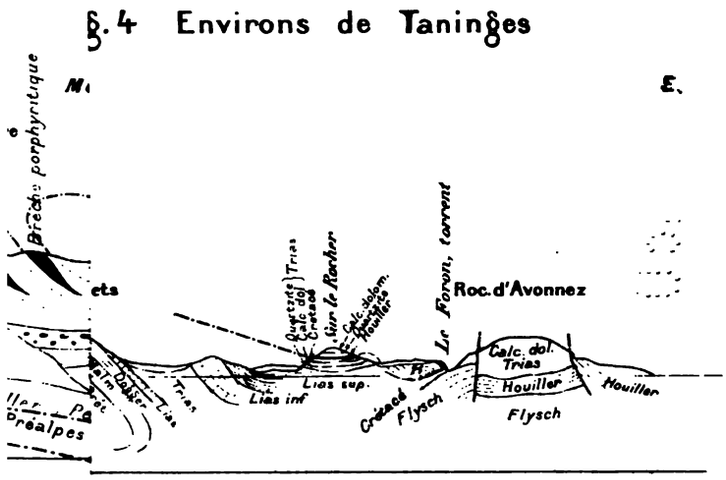
P. 329, ligne 24, au lieu de : *J'ajouterai*, lire : *J'ajouterai incidemment.*
337, — 24, — c. *Deckenschotter*, — C. — *Deckenschotter.*
340, — 34-35, — *au-dessus du Rhône*, — *à l'ouest.*
343, tableau, col. 6, — *220-230*, — *200-230.*
345, lég. de la fig., — *1 millim. pour 2 kilomètres*, — *1 millim. pour 4 kilomètres.*
349, ligne 28, — *Rhin*, — *Rhône.*
350, — 31, — *celui*, — *le déplacement.*
356, tableau, col. 2, — *positif 50-60 m.*, — *positif 50-60 m.?*
364, ligne 31, — *conséquence* [3], — *conséquence* [2].
364, — 35, — *Rafz* [1], — *Rafz* [3].
368, — 12, — *compris dans*, — *compris au voisinage du niveau de base dans.*
369, — 20, — *exacte*, — *exacte* [1].


N.N.O.
Surfa
rface
eux
Co
Flysch
Crét. sup.
Malm
Lias
Miex
Vouvry
Meillerie
M. Trias
Lias sup
Lac Léman 375 m.
Vouvry
Niveau de la Mer
Molasse
du l
S.E.
É A
Col de Coux
1927
Bostan
2411
Tavaneuse
3112
Nummulitique
Gault
Urgonien
Hauterivien
Crétacé sup
Flysch
1069
Malm
M.
Nummulitique
Hautes Alpes Calcaires
(Série autochtone)
Niveau de la Mer




couc
u Val d'Illiez
SSE.
d'Il
Champ long
Val d'Illiez
eche
érieure
Flysch
Mol. rouge
Vièze, torrent
Flysch
H.
Pli

Brèch


§. 4 Environs de Taninges
M
E.
Brèche porphyritique
ets
Quartzite
Calc. dol.
Trias
Crétacé
Sur le Rocher
Calc. dolom.
Quartzite
Houiller
Le Foron, torrent
Roc. d'Avonnez
Calc. dol.
Trias
Houiller
Houiller
Flysch
Lias sup.
Lias inf
Crétacé
Flysch
Trias
Dogger
Lias
Préalpes

Note de M

nord d

ese des g

M.M. Esch

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Supplément au tome 1er du Bulletin de la Société Géologique de France. a

ABRÉVIATIONS

Abh.	= Abhandlungen.
Ac.	= Academie, Accademia, Akademie, Academy, etc.
AFAS.	= Association française pour l'avancement des Sciences
Am.	= Américain, America, American.
Ann.	= Annales, Annali, Annalen, Annuel, Annual, etc.
Arch.	= Archives, Archiv, Archivà, etc.
Bd.	= Baud.
B. S.	= Bulletin de la Société, Bollettino della Società (B. = Bulletin, etc.).
Bur.	= Bureau.
C. G. A	= Service de la carte géologique de l'Algérie.
C. G. F.	= Service de la carte géologique de France.
C. G. I.	= Congrès géologique international.
CR.	= Compte Rendu (RC. = Rendiconti).
D.	= Deutsch.
Dep'	= Département, Department.
Eng.	= English.
Erdk.	= Erdkunde.
Ergh.	= Ergänzungsheft.
Fasc.	= Fascicule (Hf. = Heft).
Fr.	= France, de France, Français.
Geog.	= Géographie, ique, isch, y, ical, ià, etc.
Geol.	= Géologie, ique, ià, isch, y, ical, etc.
Ges.	= Gesellschaft.
H. N.	= Histoire Naturelle, Historia Natural.
hgg.	= herausgegeben.
I.	= Impérial (K. K. = Impérial et royal).
Inst.	= Institut(ion).
It.	= Italià.
Jahrb.	= Jahrbuch.
Jahrber.	= Jahresbericht.
Jahrg.	= Jahrgang.
Journ.	= Journal.
Mag.	= Magazine.
Mitt.	= Mitteilungen.
Nat.	= Nature(l), Naturaliste (N. H. = Natural History).
Nat.	= National (Nac. = Nacional).
Öst.	= Österreich (Autriche, Autrichien).
Philos.	= Philosophical.
Proc.	= Proceedings.
R.	= Royal, Regal, Reichs, etc. (K. K. = Impérial et royal).
Rec.	= Records.
Rep.	= Report.
Repub.	= République, Republica, etc.
Sc.	= Sciences, tifique, zà (Ci. = Ciencia), etc.
Schr.	= Schriften.
Sitzber.	= Sitzungsberichte.
Soc.	= Société, Società, Sociedad, Society, etc.
Trans.	= Transactions.
U. S. Geol. Surv.	= United States Geological Survey.
Ung	= Ungarn (Hongrie, Hongrois, etc.).
Ver.	= Verein.
Verh.	= Verhandlungen.
Wiss.	= (der) Wissenschaft(en), wissenschaftlich, etc.
Zeitsch.	= Zeitschrift.
Zool.	= Zoologie, y, ique, isch, etc.

Exemple : *Philadelphie*. Journ. Ac. of Natural Sc., (2), XII, 1, 1898. — Lisez : Journal of the Academy of Natural Sciences at Philadelphy, 2e série, tome XII, N° 1, 1898.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 21 Janvier 1901

1° Non périodiques

Angelis d'Ossat (*G. de*). Congresso geologico internationale, VIII Sessione : 1900, Parigi. Ex. B. S. Geog. italiana, fasc. 12, 1900, 8°, 7 p. Rome, 1900.

— Relazione del Congresso Geol. internat., VIII Sessione ; 1900, Parigi. Ex. B. S. Geol. italiana, vol. XIX, fasc. 3 (p. CXXX-CXL). Rome, 1900.

Almera (*Dr D. Jaime*). Sobre el Mapa geol. de Terrasa por D. Domingo Palet y Barba y la Memoria que le acompaña. Ex. Bol. R. Ac. de Ci. y Arts de Barcelona, oct. 1899, 4°, 3 p.

— Sobre el desenbrimiento de la fauna de Saint-Cassian en el Trias de nuestra Provincia. Ex. Id., oct. 1899, 4°, 4 p.

— Sobre las especies *Acerotherium Lemanense*, *Mastodon longirostris* y un *Elephas* descobiertos en esta provincia de Barcelona. Ex. Id., oct. 1899, 4°, 3 p.

Bodenbeuder (Dr *Guillermo*). Los Minerales su descripción y análisis con especialidad de los existentes en la Repub. Argentina. In-12, 306 p. Córdoba (R. A.), 1899.

— Comunicationes Mineras y Mineralógicas. Ex. Bol. Ac. Nac. de Ci. de Córdoba, t. XVI, p. 206 et suiv., 8°, 42 p. (1900).

Bureau (*L.* et *Ed.*). Notice sur la Géol. de la Loire-Inférieure. Ex. de « Nantes et la Loire-Inférieure », t. III, 8°, 522 p., 3 pl., 1 carte géol. Nantes, 1900.

Choffat (*P.*). Aperçu sur la Géol. du Portugal. Ex. de « Le Portugal au point de vue agricole », gr. 4°, 48 p., 1 pl. de coupes coloriées. Lisbonne, 1900.

Forster (Dr *Adolf E.*). Verzeichnis von Photographien aus Österreich-Ungarn. Petit 4°, 32 p. Vienne (Autriche), 1899.

Glangeaud (*Ph.*). Les terrains secondaires de l'Aquitaine. Ex. du Livret-Guide C. G. I., 28 p., fig. dans le texte, pl. coloriée. Paris, 1900.

— L'enseignement de la Minéralogie à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. — Leçon d'ouverture. 8°, 14 p. Clermont, 1899.

— Le volcan de Gravenoire et les sources minérales de Royat. Ex. CR. Ac. Sc., 3 p., juin 1900.

— Les minéraux du Crétacé de l'Aquitaine. Ex. Id., 3 p.

— Les faciès et les conditions de dépôt du Turonien de l'Aquitaine. Ex. Id., 3 p., décembre 1899.

Koch (Dr *Anton*). Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. II, Neogen Abtheilung. Gr. 8°, 370 p., fig. dans le texte, 2 pl. de coupes coloriées. Budapest, 1900.

Müllner (*Johann*). Die Seen aus Reschen-Scheidek. — Eine limnologische Studie. Ex. Geog. Abh. hgg. von Prof. A. *Penck*, in Wien, Bd. VII, Hf. 1, gr. 8°, 45 p., 2 pl. doubles. Vienne (Autriche), 1900.

Nagele (*E.*). Verlags-Verzeichniss der E. Schweizerbart's schen Verlags handlung (1826-1901). 8°, 121 p. Stuttgard, 1901.

Neuburger (*H.*). Quelques Notes sur le Pétrole dans le département d'Oran (Réunion d'Etudes algériennes). 8°, 26 p. Paris, 1900.

Nicklès (*R.*). Feuille de Saint-Affrique. Ex. B. C. G. F., 8°, 2 p., mai 1900.

— Sur un *Aptychus* de *Sonninia* du Bajocien des environs de Nancy. Ex. B. S. Sc. de Nancy, 4 p., 2 pl. phot. Nancy, 1900.

— CR. de la course du 18 août 1898 à Varangéville et à Saulxures (Réunion extraord. de la Soc. belge de géol. à Nancy et dans les Vosges). Ex. B. S. belge de Géol., t. XIII (1899), 8°, p. 107-115, fig. dans le texte.

Penck (*A.*). Die Eiszeiten Australiens. Ex. Zeitsch. d. Gesells. für Erdkunde zu Berlin, Bd. XXXV, 1900, p. 239-286, 1 pl. double, 8°. Berlin, 1900.

— Geomorphologische Studien aus der Herzegowina. Ex. Zeitsch. der D. und Öst. Alpenvereins, Jahrg. 1900, Bd. XXXI, 8°, p. 25-41, fig. dans le texte.

— Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Ex. «Globus», Bd. LXXVIII, n° 9, 4°, p. 133-178, fig. dans le texte, août-septembre 1900.

Péron. Au sujet du gisement d'Echinides de Mailly-le-Château. Ex. B. S. Sc. hist. et nat. de l'Yonne (2e semestre 1898), 8°, 4 p., fig. dans le texte. Auxerre, 1900.

— Etudes paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne : Céphalopodes et Gastropodes de l'étage Néocomien. Ex. Id. (2e sem. 1899), 153 p., 4 pl.

Valette (*Dom Aurélien*). Note sur quelques radioles d'Echinides du Corallien inférieur du département de l'Yonne. Ex. Id. (2e sem. 1898), 30 p., 1 pl.

Richter (*E.*). Les variations périodiques des glaciers. 5e rapport. 1899. Ex. Arch. Sc. phys. et nat. de Genève, t. X, 1900, 8°, 20 p. Genève, 1900.

Schardt (*H.*). Encore les « Régions exotiques ». Réplique aux attaques de M. *E. Haug*. Ex. B. S. vaudoise des Sc. nat., vol. XXXVI, n° 136, 8°, p. 147-169. Lausanne, 1900.

Birkenmajer (*Ludwik Antoni*). Nikolaj Kopernik. Czèsć Pierwska Studia nad Pracomi Kopernika oraz matieryaly Biografitczne. 4°, 711 p. Cracovie, 1900.

2° Cartes

Mapa topogràfico y geologico detallado de la Provincia de Barcelona (au 40.000e) : 1° Région tertiaire (Cuenca del Rio-Foix y la llacuna) : 2° Région primaire (Contornos de la Capital). (Géologie, par *D. Jaime Almera* ; topographie, par *D. Eduardo Brosa*). Barcelone, 1900.

3° Périodiques

France. — *Charlieu*. Bull. Soc. Sc. Nat. de Tarare. V, 11, 1900.

Lille. Soc. Géol. du N. Ann. XXIX, 3, 1900.

Lancry, Cleenewerck, Debacker : Découverte d'un navire profondément enseveli dans les sables de Dunkerque, p. 133-159. — A. Six : Analyse d'un mémoire du Dr J. Lorié sur les eaux salines, ferrugineuses et alcalines de la Hollande, p. 160-172. — Leriche : Faune ichthyologique des sables à Unios et Térédines des environs d'Epernay (Marne), p. 172-176.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXI, 25-27, 1900 ; CXXXII, 1-2, 1901.

N° 26, 1900 : A. Bresson : Sur l'âge des massifs granitiques de Cauterets et du Néouvielle (Hautes-Pyrénées) et d'une partie des formations anciennes qui les bordent, p. 1255-1258. — P. Choffat : Sur le Crétacique de Mozambique, p. 1258-1260. — H. Arctowski : Les calottes glaciaires des régions antarctiques, p. 1260-1262. — N° 27 : Table du tome CXXX. — N° 1, 1901 : M. Lugeon : Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses, p. 45-47. — N° 2 : A. Tournouer : Sur le Néomylodon et sur l'animal mystérieux de la Patagonie, p. 96-97.

— Ann. de Géographie. X, 49, 1901.

E. de Martonne : Sur la formation des cirques, p. 10-17.

— La Géographie. II, 12, 1900 ; III, 1, 1901.

N° 1, 1901 : J. Giraud : Le problème du Tanganyika, d'après M. Moore, p. 30-33. — J. Giraud : L'érosion glaciaire, d'après M. le Prof. Davis, p. 47-51.

— Le Naturaliste. 331, 1900 ; 332, 1901.

331 : St. Meunier : La sédimentation souterraine, p. 281-284. — 332 : P.-A.-H. Fritel : Les reptiles fossiles des environs de Paris, p. 5-9.

— La Nature. 1439-1443.

1440 : P. Mougin : Le glacier de Tête-Rousse, p. 67-70.

— Feuille des Jeunes Naturalistes. (4), XXXI, 1, 1901.

M. Piroutet : Nouvelles stations préhistoriques aux environs de Salins et d'Arbois (*fin*), p. 82-93.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. (5), I, 3, 1900.

— L'Anthropologie. XI, 5, 1900.

— Journal de Conchyliologie. XLVIII, 4, 1900.

— Revue de Paléozoologie. V, 1, 1901.

— Mém. Soc. de Spéléologie. IV, 24, 1900.

— Journal des Savants. Novembre et décembre 1900.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXIII, 8, 1900.

— Soc. botanique de Fr. Bull. (3), VI, 9, 1900.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 12, 1900.

Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale (CR. mensuels). Décembre 1900.

— Bull. Soc. Ind. minérale. XIV, 4, 1900.

Allemagne. — *Berlin.* Zeitsch. D. Geol. Ges. LII, 3, 1900.

M. Blanckenhorn : Neues zur Geologie und Paläontologie Ægyptens. II. Das Palæogen, p. 403-480. — O. Jaekel : Ueber einen neuen Pentacrinoideen-Typus aus dem Obersilur, p. 480-488. — J. Lemberg : Zur microchemischen Untersuchung einiger Mineralien, p. 488-497. — E. Lienenklaus : Die Tertiär-Ostrakoden des mittleren Nord-Deutschlands, p. 497-551, 4 pl. — R.-J. Schubert : Flabellinella, ein neuer Mischtypus aus der Kreideformation, p. 551-554. — G. Boehm : Reisenotizen aus Ost-Asien, p. 554-559. — E. Philippi : Ueber die echte *Avicula reticulata* His., p. 559-564. — A. Denckmann und H. Lotz : Ueber einige Fortschritte in der Stratigraphie des Sauerlandes, p. 564-567.

— Zeitsch. f. Praktische Geol. IX, 1, 1901.

A. Denckmann : Geologische Untersuchung der Wolkersdorfer Quelle bei Frankenberg in Hessen, p. 1-9. — J.-H.-L. Vogt : Weitere Untersuchungen über die Ausscheidung von Titan-Eisenerzen in basischen Eruptiv-Gesteinen, p. 9-19.

Bonn. Sitzungsber. der Niederrheinischen Ges. für Nat. und Heilkunde. 1, 1900.

— Verh. N. H. Vereins der preussischen Rheinlande Westfalens und des Reg. Bez. Osnabrück. LVII, 1, 1901.

Laspeyres : Das Siebengebirge am Rhein, p. 119-296, 1 pl., 1 carte. — Morsbach : Die Oeynhauser Thermalquellen, p. 12-37. — Lienenklaus : Ueber das Tertiär des Doberges bei Bünde, p. 55-59.

Gotha. Petermanns Mitt. XLVI, 11-12, 1900.

11 : N. Yamasaki : Das grosse japanische Erdbeben im nördlichen Honshu am 31 august 1896, p. 245-255. — 12 : C. Mitzopulos : Die Erdbeben von Tripolis und Triphylia in den Jahren 1898 und 1899, p. 277-285.

— Ergänzungsheft. N° 133, 1900.

Th. Fischer : Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise im Atlas-Vorlande von Marokko, p. 1-165, 4 cartes.

Leipzig. Geologisches Centralblatt. I, 1, 1901.

Strasburg. Abh. zur Geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. IV, 1900, 1 atlas.

E. Liebheim : Beiträge zur Kenntniss des Lothringischen Kohlengebirges, p. 1-292, atlas, 7 pl.

Stuttgart. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 12, 1900 : 1, 1901.

12, 1900 : F. Broili : Zur Fauna der Pachycardien-tuffe der Seier Alp, p. 369-373. — Schroeder van der Kolk : Beiträge zur Kenntniss der Gesteine aus den Molukken. III. Gesteine aus Buru, p. 373-375. — P. Oppenheim : Noch einmal über die grossen Lucinen des Macigno im Appennin, p. 375-379. — J. Lehmann : Eigenthümliche Art von Schischtenbildung, p. 379. — X. : Wilhelm Waagen (Nekrolog). — 1, 1901 : G. Brandes : Vorläufige Mittheilung über ein Profil in Kohlen- und Gyps-Keuper bei Thale am Harz, p. 1-6. — E. Fraas : Scheinbare Glacialerscheinungen im Schönbuch nördlich Tübingen, p. 6-10. — E. Koken : Die Glacialerscheinungen im Schönbuch, p. 10-15.

— N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. Fac. I, 1, 1901.

F. von Huene : Kleine paläontologische Mittheilungen, p. 1-9, 2 pl. — M. Schwarzmann : Zur Krystallophotogrammetrie. Exacte bildliche Darstellung, Hilfstabellen, Instrumente und Modelle, p. 9-18, 1 pl. — J.-F. Pompeckj : Aucellen im Fränkischen Jura, p. 18-36, 1 pl.

— Zeitsch. für Naturwiss.

F. Wiegers : Ueber Aetzungserscheinungen an Gyps, p. 267-275, 1 pl. — J. Fahrenhorst : Ueber ein Vorkommen von Dolomit bei Magdeburg, p. 275-305.

Australie. — *Brisbane*. Queensland Geol. Surv. 82, 1900.

B. Dunstan : The Permo-Carboniferous Coal Measures of Clermont and associated formations, p. 1-18, 1 carte, 6 pl.

Autriche-Hongrie. — *Budapest*. Foldtani Közlöny. XXX, 5-7, 1900.

M. Pálfy : Neuere Beiträge zur Geologie des Cserhát, p. 177-181. — J. Kocsis : Beiträge zu den geologischen Verhältnissen der alttertiären Schichten des Bükk-Gebirges, p. 181-187. — P. Treitz : Eintheilung der Bodenarten, p. 187-205.

Belgique. — *Bruxelles*. Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydrologie. (2), IV, 2-3, 1900.

G. Simoens : La faille d'Hoversin, p. 25-34, 1 pl. — G. Simoens : La faille de Walcourt, p. 35-38. — E. van den Broeck : Les dépôts à Iguanodons de Bernissart et leur transfert dans l'étage purbeckien ou aquilonien du Jurassique supérieur, p. 39-112. — M. Mourlon : L'étude des applications est le meilleur adjuvant du progrès scientifique en géologie, p. 128-132.

Liège. Ann. Soc. Géol. de Belgique. XXVII, 3, 1900.

H. Buttgenbach : Description des fluorines du sol belge, p. 113-123. — H. de Dorlodot : Note sur le CR. de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Hastière, à Beauraing et à Houyet, le 31 août, 1, 2 et 3 septembre 1875, p. 123-141. — H. de Dorlodot : Le calcaire carbonifère de Fonds-de-Tohaux et de la vallée de la Lesse, p. 141-224.

Canada. — *Ottawa.* Proc. and Trans. of the R. Soc. (2), V, 1899.

R.-W. Ells : Canadian geological nomenclature, p. 3-39. — G.-F. Matthew : Studies on Cambrian Faunas. n° 3. Upper Cambrian Fauna of Mount Stephen, British Columbia : The Trilobites and Worms, p. 39-67. — G.-F. Matthew : Id. n° 4. Fragments of the Cambrian Faunas of Newfoundland p. 67-97. — G.-F. Matthew : The Etcheminian Fauna of Smith Sound, Newfoundland, p. 97-141.

Danemark. — *Copenhague.* Danmarks Geol. Undersøgelse. I, 7-8, 1900.

7 : V. Madsen : Kartbladet Bogense, p. 1-112, 1 carte, 5 pl. (résumé en français). — K. Rørdam et V. Milthers : Kartbladene Sejrø, Nykjøbing, Kalundborg, og Holbaek, p. 1-.., 4 cartes, 3 pl. (résumé en français).

Espagne. — *Madrid.* Ann. Soc. Esp. H. N. (2), XXIX, 1900.

F. Novaro : Observaciones sobre el terreno arcáico de la provincia de Guadalajaras, p. 95-125, 3 pl.

États-Unis. — *Cambridge.* Museum of comparative Zool. at Harvard College. Annual Report 1899-1900.

Chicago. Journal of Geology. VII, 8, 1900.

J. Perrin Smith : Principles of paleontologic correlation, p. 673-698. — E.-C. Case : Contributions from Walker Museum. I. The vertebrates from the Permian Bone Bed of Vermilion County, Illinois, p. 698-730. — C.-R. van Hise : Some principles controlling the deposition of ores, p. 730-770.

Hamilton. Journ. and Proc. of the Association. 16, 1899-1900.

C.-G. Grant : Some recent local fossils.

New-Haven. The Amer. Journ. of. Sc. XI, 1, 1901.

H.-S. Washington : Chemical Study of the Glaucophane Schists, p. 39-60. — O.-C. Farrington : Nature of the metallic veins of the Farmington Meteorite, p. 60-63. — E. Douglas : New species of Merycochaerus in Montana, p. 73-83.

New-York. Science. XII, 311-313, 1900 ; XIII, 314, 1901.

312 : W.-B. Scott : The Mammalian Fauna of the Santa-Cruz Beds of Patagonia, p. 937-940. — 313 : J.-A. Holmes : Geology and Geography at the Am. Ass., p. 989-997.

Grande-Bretagne. — *Londres.* Geol. Surv. England and Wales Mem. 48, 155, 1900.

48 : A. Geikie : The Geology of central and Western Fife and Kinross. — 155 : G. Fox : Strangways : The Geology of Country between Atherstone and Charnwood Forest, 1900.

— R. Soc. Proc. LXVII, 439.

— The Geol. Magazine. (4), VIII, 1, 1901.

J.-W. Judd : Note on the Structure of Sarsens, p. 1-3. — R. Burckhardt : Note on certains impressions of Echinoderms observed in the Jurassic Reptiliferous Sandstone of Warwickshire and Elgin, p. 3-5. — F.-R. Cowper Reed : Woodwardian Museum Notes. Salter's undescripted species, p. 5-14, 1 pl. —

H. Bassett : Note on the preparation of Spherulites, p. 14-17. — J.-W. Stather : Sources and distribution of Yorhshire boulders, p. 17-20. — R.-H. Tiddeman : On the formation of reef knolls, p. 20-23.

Newcastle. Trans. of the N. England Institut of Mining and Mechanical Engineers. XLVIII, 7-8 ; XLIX, 3-5 ; L, 1, 1900.

3 : E. Halse : Some Silver bearing veins of Mexico, p. 104-118, 1 carte. — 4 : W.-M. Taylor Heslop : The Coal fields of Natal, p. 122-142, 1 carte.

Italie. — *Florence.* Boll. delle Publicazioni It. 360, 1900.

Modène. Bull. Soc. Sismologica. VI, 5, 1900.

F. de Montessus de Ballore : La Grecia sismica, p. 115-131. — C. Davison : On the Velocity of the Earth-Waves of the Roumanian Earthquake of septembre 10, 1893, p. 131-135. — G. Agamennone : Sismometro a tre componenti per forti terremoti, p. 135-139. — A. Cancani : Sismometrografo a registrazione veloce-continua, p. 139-145.

Rome. Atti. R. Ac. dei Lincei. C. IX, 11-12, 1900.

— Boll. R. Comitato Geol. It. (4), I, 3, 1900.

B. Lotti : Sull' età della formazione marnoso-arenacea fossilifera dell' Umbria superiore, p. 231-247. — C. Viola : Sopra alcuni pettini del calcare a piccole nummuliti dei dintorni di Subiaco in provincia di Roma, p. 247-255. — M. Casetti : Rilevamenti geologici eseguiti l'anno 1899 nell' alta valle del Sangro e in quelle del Sagittario, del Gizio e del Malfa, p. 255-277.

Suède. — *Lund.* Act. Universitatis Lundensis. XXXV, 1899.

S.-L. Törnquist : Researches in to the Monograptidae of the Scanian Rastrites Beds, p. 1-25, 4 pl. — A. Hennig : Kullens kristalliniska bergarter. 2, Den postsiluriska gångformation, p. 1-34.

Suisse. — *Berne.* Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 40, 1900.

Th. Lorenz : Monographie des Fläscherberges, p. 1-63, 1 carte, 5 pl.

Genève. Arch. Sc. phys. et nat. (4). X, 12, 1900.

L. Duparc : Note sur la région cuprifère de l'extrémité N.-E. de la péninsule de Kewenaw (Lac supérieur), p. 518-539.

Lausanne. Eclogae Geol. Helvetiae. VI, 5, 1900.

Schardt et Sarasin : Revue géologique suisse pour l'année 1899, p. 393-450.

Neufchatel. Soc. Neufchateloise des Sc. nat. Bull. XXVI, 1897-98 (1898).

L. Rollier : Excursions géologiques à travers l'Ardenne, p. 59-78. — L. Rollier : Une poche d'Albien dans les gorges de la Reuse, p. 89-98. — L. Rollier : Note sur les surfaces des roches polies et striées par dislocation, p. 98-100. — E. Baumberger et H. Moulin : La série néocomienne à Valengin, p. 150-211. — H. Schardt : Sur l'origine des sources vauclusiennes du Mont-de-Chamblou, p. 211-230 — H. Schardt : Sur un lambeau de calcaire cénomanien dans le Néocomien de Cressier, p. 239-251. — M. de Tribolet : Auguste de Montmollin et le terrain crétacé du Jura, p. 367-387. — L. Favre : Jules Marcou, géologue, Notice bibliographique, p. 387-390. — Table générale des matières 1832-1897.

Séance du 4 Février 1901

1° Non périodiques

Allen (*J.-A.*). List of Birds collected in the district of Santa Marta, Columbia, by M. *Herbert H. Smith*. Ex. Bul. Amer. Museum of N. H., vol. XIII, art. XIV, 8°, p. 117-183, 25 août 1900. New-York, 1900.

Bensley (*B.-A.*). A Cranial variation in *Macropus Bennetti*. Ex Id., vol. XIII, art. XII, p. 109-110, fig. dans le texte.

Bresson (*A.*). Sur l'âge des massifs granitiques de Cauterets et du Néouvielle (Hautes-Pyrénées), et d'une partie des formations anciennes qui les bordent. Ex. CR. Ac. Sc., 24 décembre 1900, 3 p.

Douxami (*Henri*). Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. 8°, 315 p., 4 pl. phot., 1 pl. coupes, 1 carte coloriée. Lyon, 1896 (Publié chez Masson et Cie, Paris).

— Le Tertiaire des environs de Sainte-Croix (Jura Vaudois). Ex. Eclog. Geol. Helvetiæ, IV, janvier 1896, 8°, 5 p.

— Etude géol. de la vallée de Couz et de la rive droite du Guiers-Vif. Ex. B. S. H. N. de la Savoie, 8°, 6 p. Chambéry, 1896.

— La Géographie physique, son objet, sa méthode et ses applications. Ex. Id., 8°, 27 p. Chambéry, 1897.

Douxami et *Révil*. Note sur les terrains tertiaires du Plateau des Déserts, près Chambéry (Savoie). Ex. Bull. S. C. G., tome X (1898-1899), n° 65, 8°, 26 p., 1 carte, fig. dans le texte.

Gidley (*J.-W.*). A new species of Pleistocene Horse from the staked Plains of Texas. Ex. Bull. American Museum of N. H., vol. XIII, art. XIII, p. 111-116, 18 août 1900, 8°, New-York, 1900.

Ordonez (*Ezequiel*). Les volcans du Val de Santiago (Mexique). Ex. B S. « Antonio Alzate », Mexico. 8°, p. 299-326, tome XIV, année 1899-1900, pl. IV-IX.

2° Périodiques

France. — *Amiens*. Bull. Soc. Linnéenne du N. de la Fr., XV, 330, 1900.

Bourg. Bull. Soc. Sc. Nat. et Archéol. de l'Ain. XXI, 4, 1900.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais, janvier 1901.

Guettard : Notes sur les environs de Vichy et sur la découverte des volcans éteints en Auvergne (d'après un manuscrit de 1751), p. 5-13.

Paris. CR. du Congr. des Soc. Sav. de Paris et des Dép^ts^, 1900.

B. Renault : Sur la diversité du travail des Bactériacées fossiles, p. 178-194. — E. Martel : Du mode de remplissage des Cavernes, p. 194-196. — Vauthier :

Régime et tracés des cours d'eau (inondations, alluvions), p. 196-224. — C. Duffart : Rôle de la magnétite et de l'alios dans la classification géologique du terrain landais, p. 224-229. — Vaillant : Rapport sur un travail de M. Sauvage intitulé : Les vertébrés du terrain kimméridgien sup. de Fumel (Lot-et-Garonne), p. 229-230.

— Feuille des Jeunes Naturalistes. (4). XXXI, 364, 1901.

— Le Naturaliste. 333, 1901.

— Ann. des Mines. (9). XVIII, 10, 1900.

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 3-4, 1901.

3 : F. Wallerant : De la symétrie apparente dans les cristaux, p. 178-180. — A. Lacroix : Sur l'origine de l'or de Madagascar, p. 180-182. — L. Bertrand : Sur l'âge des roches éruptives du cap d'Aggio (Alpes-Maritimes), p. 182-184. — Ph. Glangeaud : Les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Sauveterre et Fumel (Lot-et-Garonne), p. 184-187. — 4 : V. Paquier : Sur la présence du genre *Caprina* dans l'Urgonien, p. 229-231.

— La Nature. 1444-1445, 1901.

— Bull. de la Carte géol. de la France et des topographies souterraines. Bull. XI, 71-78 (1899-1900).

71 : A. Lacroix : Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact, p. 1-67. — 72 : G. Mouret : Aperçu sur la géologie de la partie sud-ouest du Plateau central de la France, p. 1-38, 2 pl., 1 carte. — 73 : Comptes-rendus des collaborateurs pour la campagne de 1899, p. 1-136. — 74 : J. Roussel : Contribution à l'étude géologique des Pyrénées, p. 1-25. — 75 : W. Kilian : Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales, p. 1-19, 1 pl. — 76 : M. Boule : Géologie des environs d'Aurillac et observations nouvelles sur le Cantal, p. 1-79, 1 pl., 1 carte. — 77 : M. Lugeon : Les dislocations des Bauges (Savoie), p. 1-12, 5 pl., 1 carte. — 78 : E. Fournier : I. Etudes sur le régime des eaux dans le Quercy depuis l'Eocène supérieur jusqu'à l'époque actuelle, p. 1-13 ; II. Etudes géologiques sur le Haut-Quercy, p. 14-26.

Saint-Etienne. Bull. Soc. Ind. minérale. XIV, 4, 1900.

Villefranche. Bull. Soc. Sc. et Arts du Beaujolais. I, 4, 1900.

Allemagne. — *Berlin*. Sitzungsber. K. Preussischen Ak. Wiss. 39-53, 1900.

V. Richtofen : Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens, p. 888-925. — Van't Hoff et H. van Euler-Chelpin : Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, p. 1018-1023 et p. 1142-1150. — M Bauer : Beiträge zur Kenntniss der niederhessischen Basalte, p. 1023-1039.

— Zeitsch. f. Praktische Geol. VIII, 12, 1900.

J. Blaas : Ueber ein Eisenerz-Vorkommen im Stubaithale, p. 369-370. — J.-H.-L. Vogt : Weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titan-Eisenerzen in basischen Eruptivgesteinen, p. 370-382.

— Ges. für Erdh. Verh. XXVII, 9-10, 1900.

— Zeitsch. d. Ges. für Erdk. XXXV, 4, 1900.

A. Penck : Die Eiszeiten Australiens, p. 239-286, 1 carte.

Gotha. Petermanns Mitt. XLVII, 1, 1901.

G. Schweinfurt : Am westlichen Rande des Nilthales zwischen Farschut et Kom Ombo, p. 1-11, 1 carte, avec profils géol.

Leipzig. Erläut. zur geol. Specialkarte des Kön. Sachsen.

H. Müller : Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres, p. 1-350, 5 pl., 1 carte.

Stuttgard. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. XIII, Beilage-Band, 3, 1901.

J. Beykirch : Ueber den Strontianit des Münsterlandes, p. 389-434. — E. Sommerfeldt : Thermochemische und thermodynamische Methoden, angewandt auf den Vorgang der Bildung von Mischkristallen, p. 434-469. — F. Solger : Ueber die Benutzung der Lichtfiguren geätzter Kristallflächen zur krystallographischen Bestimmung der Aetzfiguren, p. 469-506.

— Centralblatt für Min. Geol. Pal. 2-3, 1901.

2 : F. v. Huene : Beiträge zur Beurtheilung der Brachiopoden, p. 33-45. — R.-V. Matteucci : Salmiac vom Vesuvkrater, p 45-47. — R.-V. Matteucci : Silberführender Bleiglanz vom Monta Somma, p. 47-48. — R.-V. Matteucci : Das Vorkommen des Breislakits bei der Vesuveruption von 1895-1899, p. 48-50. — 3 : A. Schwantke : Ueber ein Vorkommen von gediegenem Eisen in einem Auswürfling aus dem basaltischen Tuff bei Ofleiden, p. 65-71. — G. Gürich : Ein diluvialer Nephritblock im Strassenpflaster von Breslau, p. 71-73. — K.-A. Grönwall : Von Organismen angebohrte Seeigelstacheln der Kreidezeit, p. 73-75. — J.-L.-C. Schroeder van der Kolk : Der Strich der sogenannt opaken Mineralien, p. 75-81.

Autriche-Hongrie. — *Vienne.* Verh. K. K. Geol. R. Anstalt. 13-16, 1900.

13-14 : C. v. John : Ueber einige neuere Mineralvorkommen aus Mähren, p. 335-341. — J. Grimmer : Eisendung neuer Petrefacten-vorkommisse tertiären Alters aus der Umgebung von Tešanj, in Bosnien, p. 341-343. — V. Söhle : Neuere Mittheilungen aus dem Tiefbauschachte in Witkotwitz bei Mährish-Ostrau, p. 343-345. — J.-M. Želizko : Bericht über den Fund eines Rhinoceros-Skelettes im diluvialen Lehm zu Blato bei Chrudim (Ostböhmen), p. 345-347. — 15-16 : G. Geyer : Ueber die Verbreitung und stratigraphische Stellung der schwarzen Tropites-Kalke bei San-Stefano in Cadore, p. 355-370. — R.-J. Schubert : Ueber Oligocänbildungen aus dem sudlichen Tirol, p. 370-372.

Canada. — *Toronto.* Proc. Can. Inst. (2), II-4, 10.

A. Blue : Notes on Skulls taken from a pre-historic Fort in Kent County, p. 93-96.

Chili. — *Santiago.* Actes Soc. Sc. du Chili. X, 2-4, 1900.

F. Albert : Las dunas del centro de Chile, p. 135-318.

Espagne. — *Madrid.* Act. Soc. Esp. de H. N. Décembre 1900.

P. Navàs : La cueva de Mederuela on Vera (provincia de Saragossa), p. 292-300.

États-Unis. — *Boston*. Proc. Am. Ac. Arts and Sc. XXXVI, 5-8, 1900.

Des Moines. Iowa Geol. Surv.

Annual report 1899, p. 1-651, 9 pl.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXVI, 4, 1900.

A.-N. Winchell : Mineralogical and Petrographical Study of the gabbroids rocks of Minnesota, and more particularly of the Plagioclasites, p. 197-245, 1 pl. — R.-R. Rowley : Note on the fauna of the Burlington Limestone at Louisiana, p. 245-252.

New-York. Science. XIII, 315-317, 1901.

315 : H.-F. Osborn : The recent Progress of Pal. in America, p. 45-49. — 316 : J.-F. Kemp : The Albany meeting of the Geol. Soc. of America, p. 95-111. — 317 : J.-F. Kemp : Id., p. 133-139.

— Ac. of Nat. Sc. Ann. XVII, 2-3, 1899-1900 (1900).

G.-F. Matthew : A paleozoic Terrasse beneath the Cambrian, p. 41-56. — A. Hollick : Some Features of the Drift on Staten Island, p. 71-102, 1 pl. — F. Merril : Origin of the white and variegated Clays of the North Shore of Long Island, p. 113-116. — R.-P. Whitfield : List of Fossils, Types and Figurated Specimens, used in the Pal. Work of R. P. Whitfield, p. 139-186. — J.-D. Irving : A contribution to the Geol. of the N. Black Hills, p. 187-340, 11 pl.

Philadelphie. Proc. Ac. of N. S. 2, 1900.

D.-T. Rand : Notes on the Geol. of S. E. Pennsylvania, p. 225-341. — H. Fowler : Note on Ameiurus prosthistius, p. 352-356. — E. Goldsmith : A collapsing Crater, p. 424-426. — T.-W. Vaughan : Trochocyathus Woolmanni. A new Coral from the Cretaceous of New Jersey, p. 436-438.

— Journ. Ac. of N. S. (2), XI, 3, 1900.

C.-B. Moore : Certain aborigenal Remains of the Alabama River, p. 289-351.

Saint-Paul. The Geol. of Minnesota. V, 1900.

N.-H. Winchell : Structural and petrographic geol. of the Taconic and Archean, p. 1-999, 6 pl.

Grande-Bretagne. — *Londres*. R. Soc. Proc. LXVII, 440, 1901.

— The Geol. Magazine. VIII, 2, 1901.

E.-T. Newton : British Pleistocene Fishes, p. 49-52. — Grenville A.-J. Cole : On Belinurus kiltorkensis, p. 52-54. — T. Rupert Jones : History of the Sarsens, p. 54-59. — Miss M.-S. Johnston : Geological notes on Central France, p. 59-65, 3 pl. — H.-A. Allen : An Insect from the Coal-measures of S. Wales, p. 65-68. — E. Greenly : Recent denudation : Nant Ffrancon, North Wales, p. 68-70. — F.-A. Bather : Alleged prints of Echinoderms in Triassic reptiliferous sandstones, p. 70-71. — D. Wellburn : On the Pectoral Fin of Coelacanthus, p. 71-72.

Hollande. — *La Haye*. Arch. Néerlandaises des Sc. exactes et naturelles. (2), V, 1900.

Italie. — *Rome.* Atti R. Ac. dei Lincei. C. X, 1, 1901.

Japon. — *Tokyo.* Publications of the Earthquake Investig. Com. in foreign languages. 3-4, 1900.

3 : B. Mano : Appareil pour l'étude théorique des tremblements de terre, p. 85-86, 2 pl. — B. Kotô : The scope of the Vulcanological Survey of Japan, p. 89-103. — 4 : F. Omori : Note on the great Mino-Owari earthquake of oct. 28th 1891, p. 13-25. — F. Omori : Note on the Tokyo earthquake of june 20th 1894, p. 25-35. — S. Sekiya and F. Omori : The Diagram of the semi-destructive earthquake of june 20th 1894 (Tokyo), p. 35-39. — F. Omori : Note on the After-shocks of the Hokkaido earthquake of march 22nd 1894, p. 39-47. — H. Nagaoka : Elastic constants of rocks and velocity of seismic waves, p. 47-69. — F. Omori : Seismic experiments on the fracturing and overturning of Columno, p. 69-141, 32 pl.

Mexique. — *Mexico.* Mem. y Rev. Soc. cientifica Antonio Alzate. XIV. 9-12, 1900.

Russie. — *Saint-Pétersbourg.* Comité Géol. Mém. VIII, 4, 1898.

M. Tzwetaew : Nautiloidea et Ammonoidea de la section inférieure du calcaire carbonifère de la Russie centrale, p. 1-33 (résumé français 35-46), 6 pl.

— Soc. I. des Nat. CR. XXXI-1, 4, 1900.

— Travaux Soc. I. des Nat. XXX, 5, 1900.

F. Loewinson-Lessing : Esquisse géol. de la propriété Ioujno-Saosersk et du mont Dénejkin Kamen dans l'Oural septentrional (résumé allemand), p. 171-256, 9 pl., 1 carte géol.

Suisse. — *Genève.* Arch. Sc. phys. et nat. (4), XI, 1, 1901.

M. Lugeon et G. Roessinger : Geologie de la haute vallée de Lauenen (Préalpes et Hautes-Alpes bernoises), p. 74-88.

Séance du 25 Février 1901

1° Non périodiques

Gilberton (Edward). Japanese Swords. Ex. Proc. of the Numismatic and Antiquarian Society of Philadelphia, for 1892-98, 8°, p. 137-145. Philadelphie (Etats-Unis d'Amérique).

Lyman (Benjamin-Smith). Note on Mine-surveying Instruments, with special reference to M. *Dunbar D. Scott*'s Paper on the evolution, and its discussion. Ex. Trans. of the American Institute of Mining Engineers (Canadian Meeting), août 1900, 8°, 54 p., pl. et fig. dans le texte.

— Importance of topography in Geol. Surveys. Ex. Mining and Metallurgical Journal, vol. XXIII, n° 5, 8°, 11 p., fig. dans le texte, déc. 1900.

Musée d'histoire naturelle de Lausanne. Rapport des Conservateurs pour l'année 1899. 8°, 21 p. Lausanne, 1900.

Nordenskjöld (*Otto*). Om Pampasformationen. (Meddelanden från Upsala Universitets Mineralogisk-Geologiska Institution), 8°, 15 p., fig. dans le texte. Stockholm, 1900.

Renevier (*E.*). Tranchée glaciaire sous la place Bel-Air, à Lausanne. Ex. Eclogæ geol. Helvetiæ, vol. VI, n° 4, 8°, 2 p., fig. dans le texte, juin 1900. Lausanne (Suisse).

Renevier et *Schardt* (*H.*). Notice explicative de la feuille XI (2e édition). Tracés d'*A. Jaccard*. Carte géol. de la Suisse, au 100.000e. Ex. Id., 8°, 18 p. Berne, 1900.

Van den Broeck. L'étude scientifique du « Boulant », à la Société belge de Géol. Programmes préliminaires d'études. Ex. B. S. belge de Géol., 8°, 13 p., 15 janvier 1901. Bruxelles, 1901.

Vidal (Dom *Luis M.*). La tectónica y los Rios principales de Cataluña. Ex. Bol. y Mem. R. Ac. de Ciencias y Artes de Barcelona, 4°, 12 p., 1 pl., 30 juin 1899.

2° Périodiques

France. — *Amiens*. Bull. Soc. Linnéenne du N. de la Fr. XV, 331, 1900.

Paris. Le Naturaliste. 335, 1901.

P.-H. Fritel : Des effets de la fossilisation sur certains organismes, p. 44-47.

— La Nature. 1446-1448, 1901.

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 5-7, 1901.

5 : B. Renault : Sur un nouveau genre de tige fossile, p. 268-270. — G.-H. Monod : Sur la présence d'un gisement d'anthracite dévonien au Koui-tchéou (Chine), p. 270-272. — J. Thoulet : Sur la constitution du sol des grands fonds océaniques, p. 274-276. — 6 : A. Lacroix : Sur un nouveau groupe de roches très basiques, p. 358-360. — E. de Martonne : Nouvelles observations sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales, p. 360-363. — Ph. Glangeaud : Les transgressions et les régressions des mers secondaires dans le bassin de l'Aquitaine, p. 363-365. — F. Marboutin : Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques, p. 365-368. — 7 : A. de Lapparent : Sur la découverte d'un Oursin d'âge crétacé dans le Sahara oriental, p. 388-393. — A. Lacroix : Sur la province pétrographique du N.-O. de Madagascar, p. 439-441. — St. Meunier : Sur une masse de fer métallique qu'on dit être tombée du ciel, au Soudan, le 15 juin 1900, p. 441-444. — G. Rolland : A propos des gisements de minerais de fer oolithiques de Lorraine et leur mode de formation, p. 444-447.

— Journal des Savants. Janvier 1901.

— La Géographie. III, 2, 1901.

— Ann. des Mines. (9), XVIII, 11, 1900.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. Janvier 1901.

— Soc. botanique de Fr. Bull. (3), VII, 8, 1900.

Saint-Etienne. Soc. de l'Ind. minérale. CR. mensuels. Janv. 1901.

Allemagne. — *Berlin*. Ges. für Erdk. Verh. XXVIII, 1, 1901.

G. Valkens : Ueber die Karolinen-Inseln, p. 62-77, 1 pl.

— Zeitsch. f. Praklische Geol. IX, 2, 1901.

B. Lotti : Die Zinnober and Antimon führenden Lagerstätten Toscanas und ihre Beziehungen zu den quartären Eruptivgesteinen, p. 41-46. — F. Kaunhowen : Ueber einige Mikroorganismen der fossilen Brennstoffe, p. 46-52. — W. Bodenbender : Bleiglanz-, Vanadin- und Molybdänerzgang in der Provinz S'-Luiz, Argentinien, Südamerika, p. 52-55. — W. Bodenbender : Glimmer aus Argentinien, p. 55-56.

Colmar. Bull. Soc. Hist. Nat. V, 1899 et 1900 (1900).

Mulhouse. Bull. Soc. Industrielle. Nov.-déc. 1900.

Stuttgart. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 4, 1901.

A. Dannenberg : Die Excursionen III (Pyrenäen, kristalline Gesteine) und XIV (Mont-Dore, chaîne des Puys, Limagne) des VIII. internationalen geologen Congress, p. 97-109. — F. Noetling : Ueber die Ceratiten-Schichten der Salt-Range, p. 109-111. — A. Borchert : Das Alter der Paraná-Stufe, p. 111-113. — H. Hess von Wichdorff : Die beiden Vorkomnisse von metamorphen Oberdevonkalk bei weitisberga und der genetische Zusammenhang derselben mit dem Granit-massif des Hennbergs bei Weitisberga, p. 113-119. — J.-E. Hibsch : Der Essexitkörper von Rongstock ist kein Lakkolith, p. 119-120.

Australie. — *Victoria*. Report of dep. of Mines.

H. Herman : Report on the M' William Gold-field, p. 1-7, 1 pl.

Autriche-Hongrie. — *Cracovie*. Bull. intern. Ac. 9, 1900.

Canada. — *Toronto*. Proc. Canadian Institute. II, Part 4, 10, 1901.

Espagne. — *Madrid*. Bol. Soc. esp. de Hist. Nat. I, 1, 1901.

États-Unis. — *Albany*. New-York State Mus. 49th annual report of the regents for the year 1895 (1898) ; 50th ann. rep. 1896 (1899) ; 51th ann. rep. 1897 (1899), Part I-II ; 81th ann. rep. on the New-York State library 1898 (1899).

49th ann. rep. 1895 : J. Hall et J.-M. Clarke : A memoir on the palæozoic Reticulate Sponges, constituting the family Dictyospongidae. Part I, p. 743-890, 47 pl. — 50th ann. rep. 1896 : H.-P. Cushing : Report on the boundary between the Postdam and Precambrian rocks north of the Adirondacks, p. 1-29. — J.-M. Clarke : The Naples Fauna in Western New-York, p. 29-163, 9 pl. — J.-M. Clarke : Notes on the early Stages of certain Goniatites, p. 163-171. — D.-D. Lutter : The Brine-springs and Saltwells of the State of New-York, and the geol. of the Salt District, p. 171-227, 1 carte, 1 pl. — A.-W.

Graban : The faunas of the Hamilton group of Eighteenmile Creek and vicinity, in W. New-York, p. 227-341, 1 tableau. — J. Hall et J.-M. Clarke : A memoir on the Palaeozoic Reticulate Sponges constituting the family Dictyospongidae, Part 2, p. 341-..., 23 pl. — 51th ann. rep. 1897, Part I : T.-G. White : Report on the relations of the Ordovician and Eo-Silurian rocks, in portions of Herkimer, Oneida, and Lewis counties, p. r21-r55, 8 pl., 2 cartes — T.-L. Watson : Some higher levels in the postglacial development of the Finger Lakes of New-York, p. r55-r119, 7 cartes, 21 pl. — J.-N. Nevius : The Talc industry of St-Lawrence county, New-York, p. r119-r129, 5 pl. — J.-N. Nevius : The history of Caynga Lake valley, p. r129-r152, 10 pl. — Guide to the study of geol. collections of the New-York State Mus., p. 105-265, 1 carte, 119 phot. — Part II : I.-P. Bishop : Petroleum and natural gas in western New-York, p. 9-65, 1 carte. — C.-S. Prosser : Classification and distribution of the Hamilton and Chemung series of central and eastern New-York, Part 2, p. 65-329, 2 cartes, 25 pl. — C.-S. Prosser et R.-B. Rowe : Stratigraphic geology of eastern Helderbergs, p. 329-355, 9 pl. — H. Kies : Limestones of New-York and their economic value, p. 355-469. — C.-H. Smyth : Report on the cristalline rocks of the W. Adirondack region. p. 469-499, 10 pl. — X : Preliminary report on the geol. of Washington, Warren and part of Essex and Hamilton counties. p. 499-555, 15 pl.

Cambridge. Museum of Comparative Zool. at Harward College. XXXVI, 5-6, 1900; XXXVIII, 1, 1900.

XXXVIII, 1 : E.-C. Andrews : Notes on the limestones and general geology of the Fiji islands, with special reference to the Lan group, based upon surveys made by Alexander Agassiz, 3 pl. de coupes et 37 phot.

Chicago. Journal of Geology. IX, 1, 1901.

F.-W. Sardeson : Problem of the Monticuliporoidea, I, p. 1-28. — F. Dawson Adams : The excursion to the Pyrennees in connection with the eigth international geological Congress, p. 28-47. — A.-H. Purdue : Valleys of solution in northern Arkansas, p. 47-51. — O.-C. Farrington : Studies for Students, the structure of Meteorites, I, p. 51-67.

Granville. Bull. of the Sc. Laboratories of Denison University. XI, 9, 1901.

C.-L. Herrick et D.-W. Johnson : The geol. of the Albuquerque sheet, p. 175-239, 1 carte, 20 pl. et 20 phot.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXVI, 5, 1900.

A.-N. Winchell : Mineralogical and petrographic study of Gabbroid Rocks of Minnesota and more particularly of the Plagioclasites, III, p. 261-307. — F.-A. Bather : Pores in the ventral sac of fistulate Crinoids, p. 307-312. — B.-K. Emerson : Some curious matters illustrative of geological phenomena, p. 312-315, 2 pl. — C.-R. Keyes : Certain faunal aspects of the original Kinderhook, p. 315-324.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), XI, 62, 1901.

S.-W. Williston : Dinosaurian Genus Creosaurus Marsh, p. 111-115. — G.-C. Hoffmann : New mineral occurences in Canada, p. 145-154.

New-York. Bull. of the Am. Mus. of Nat. Hist. XI, Part 3. 1900.

R.-P. Whitfield et E.-O. Hovey : Catalogue of the types and figured specimens in the palaeontological collection of the geol. department. Am. Mus. of Nat. Hist.

— Science. XIII, 318-320, 1901.

318 : D.-P. Penhallow : A decade of North American Paleobotany. p. 161-176. — 319 : J.-L. Wortman : The probable successors of certain North American Primates, p. 209-211.

Philadelphie. Proc. of the Am. Philos. Soc. XXXIX, 163, 1900.

Grande-Bretagne. — *Londres*. Quaterly Journ. Geol. Soc. LVII, 225, 1901.

T.-G. Bonney et E. Hill : On the Drifts of the Baltic coast of Germany, p. 1-20. — C.-A. Matley : On the Geology of Mynydd-y-Garn (Anglesey), p. 20-31. — F. Rutley : On tufaceous Rhyolitic rocks from Dufton Pike, Westmorland, p. 31-38, 1 pl. — J.-W. Evans : On Monchiquite from M' Girnar, Junagarh, Kathiawar, p. 38-55. 1 pl. — A. Raisin : On altered rocks near Bastognes (Ardennes), p. 55-73. — C.-B. Wedd : On the corallian rocks of St. Ives and Elsworth, p. 73-86. — W.-J. Clarke : On the Unconformity in the Shropshire Coalfields, p. 86-96. — A.-J. Jukes-Browne et J. Scanes : On the Upper Greensand and Chloritic Marl of Mere and Maiden Bradley in Wiltshire, p. 96-126, 3 pl. — S.-S. Buckmann : On the Bajocian, etc., of the North Cotteswolds ; the Main Hill-Mass, p. 126-156, 1 pl. — T.-T. Groom : On the igneous rocks associated with the Cambrian of the Malvern Hills, p. 156-182, 1 pl.

— R. Soc. Proc. LXVII, 441, 1901.

T.-G. Bonney : Additional notes on Boulders and other rocks specimens from the Newlands Diamond mines, Griqualand West, p. 475-484. — W.-T. Blanford : The distribution of Vertebrate animals in India, Ceylan, and Burma, p. 484-493. — W.-J. Sollas : On the intimate structure of Cristals.-IV, Cubic cristals with octahedral cleavage, p. 493-497.

Indes Anglaises. — *Calcutta*. Mem. of Geol. Surv. of India. XXVIII, 2, 1900.

T.-H. Holland : The Charnockite series, a group of Archaean Hypersthenic rocks in Peninsular India, p. 119-249, 8 pl.

— Palaeontologia indica. (9), II, 2, 1900 ; (15), III, 2.

(9), II, 2 : J.-W. Gregory : Jurassic fauna of Cutch ; the Corals, p. 1-195, 27 pl. — (15), III, 2 : A. Bittner : Trias Brachiopoda and Lamellibranchiata, p. 1-76, 12 pl.

Italie. — *Florence*. Boll. delle Pubblicazionni It. 1, 1901.

Rome. Mem. desc. della Carta geol. d'Italia. X, 1900.

V. Sabatini : I vulcani dell' Italia centrale e i loro prodotti. I. Vulcano Laziale, p. 1-392, 9 pl., 2 cartes.

— Atti R. Ac. dei Lincei. X, 2-3, 1901.

Dainelli : Il Miocene inferiore di Monte Promina in Dalmazia, p. 50-53.

République Argentine. — *La Plata*. An. del Museo. II, 1900.

C. Burckhardt : Profils géologiques transversaux de la Cordillère argentino-chilienne, stratigraphie et tectonique. p. 1-136, 32 pl. (coupes, vues et fossiles).

Suède. — *Stockholm*. Geologiska Fôreningens. Fôrhandlingar. XXII, 1900. 14 pl. dont 4 cartes.

Suisse. — *Genève*. Arch. Sc. phys. et nat. (4), XI, 2, 1901.

E. Sarasin : Les oscillations du lac des Quatre-Cantons, p. 161-172, 3 pl.

Uruguay. — *Montevideo*. Ann. del Museo Nacional. II, 17, 1901 ; III, 18, 1900.

Séance du 4 Mars 1901

1° Non périodiques

Depéret (*Ch.*) et *Sayn* (*G.*). Monographie de la Faune fluvio-terrestre du Miocène supérieur de Cucuron (Vaucluse). Ex. Soc. linnéenne de Lyon, gr. 8°, 24 p., 1 pl. photot.

Fucini (*A.*). Altre due nuove Specie di Ammoniti dei Calcari rossi Ammonitiferi inferiori della Toscana. Ex. Atti della Soc. Toscana di Scienze nat. (Mem., vol. XVIII), 8°, 9 p., 1 pl. Pise, 1900.

Pallary (*P.*). Coquilles marines du littoral du département d'Oran. Ex. Journ. de Conchyliologie, vol. XLVIII, 1900, p. 211-435, 3 pl. et fig. dans le texte.

Sacco (*F.*). Osservazione Geologiche comparative sui Pirenei. Ex. Ac. R. delle Scienze di Torino (Atti, vol. XXXVI). Turin, 1901.

— Osservazioni di Geologia applicata riguardanti un Piogetto di Derivazione e condottura d'Acqua potabile dal Piana della Mussa a Torino. Ex. (du Projet d'ensemble). 4°, 22 p. Turin, 1900.

Murray's complete Catalogue of Works in Print. 8°, 72 p. London, 1901.

2° Cartes

Thoulet. Carte lithologique sous-marine des côtes de France. Feuilles 5, 6, 7.

3° Périodiques

France. — *Paris*. Ac. Sc. CR. CXXII, 8, 1901.

St. Meunier : Examen d'une météorite tombée dans l'île de Ceylan, le 13 avril 1795, p. 501-503.

— La Nature. 1449, 1901.

— Feuille des Jeunes Naturalistes. (4). XXXI, 365, 1901.

J. Raspail : Contribution à l'étude de la falaise jurassique de Villers-sur-Mer. p. 125-126.

Algérie. — *Alger*. Congrès national des Sociétés françaises de Géographie, XXe session. Alger, 1899 (1900).

Flamand : Les premiers habitants des Hauts Plateaux et du Sahara algérien d'après les monuments rupestres, p. 207-218, 1 pl. — Ficheur : Les chaînes calcaires du littoral algérien, p. 278-279. — Flamand : Les grandes dépressions du sud de l'Oranie, p. 279-281.

Allemagne. — *Berlin*. Zeitsch. d. Ges. für Erdk. XXXV, 5, 1900.

K^e^ Futterer : Land und Leute in Nordost-Tibet, p. 297-342.

— Ges. für Erdk. Verh. XXVIII, 2, 1901.

Wahnschaffe : Die Ursachen der Oberflächengestaltung der norddeutschen Tieflandes. p 116-125.

— *Gotha*. Petermanns Mitt. XLVII, 2, 1901.

Danemark. — *Copenhague*. Acad. royale des Sc. et des Lettres de Dan. Bulletin. 4-5, 1900.

Grande-Bretagne. — *Londres*. Journ. R. Microscopical Soc. 1, 1901.

F.-W. Millet : Report on the recent Foraminifera of the Mokey archipelago, p. 1-11, 1 pl.

— Rep. of the 17th meeting of the British Ass. for the Adv. of Sc. held at Bradford in september 1900.

Rapports des Comités sur les questions suivantes : Seismological Investigations, p. 59-121. — Canadian Pleistocene Flora and Fauna, p. 328-334. — Exploration of the Irish caves, p. 340. — Life-zones in the British Carboniferous Rocks, p. 340. — Registration of Type specimens of British fossils, p. 342. — Ossiferous caves at Uphill, p. 342. — Erratic blocks of the British Isles, p. 343-346. — The movements of underground Waters of Craven, p. 346-349. — Irish Elk-remains, p. 349-350. — Photographs of geological interest in the United Kingdom, p. 350-369. — M.-J. Joly : On the geological age of the earth, p. 369-379. — W.-J. Sollas : Address of the President of the section (Sur les progrès de la géologie et l'âge de la terre), p. 711-730 — Nombreuses brèves communications.

Italie. — *Florence*. Boll. delle Pubblicazioni It. 2, 1900.

Milan. Atti Soc. It. Sc. Nat. XXXIX, 3-4, 1901.

G. de Alessandri : Appunti di geologia e di paleontologia sui dintorni di Acqui, p. 173-349, 1 pl.

Turin. Atti R. Ac. Sc. XXXV, 7-15, 1899-1900.

14 : Spezzia : Contribuzioni di geologia chimica. Solubilità del quarzo nelle soluzioni di silicato sodico, p. 750-762.

Russie. — *Moscou*. Bull. Soc. I. des Nat. (2), XXXVII, 2, 1899 ; XXXVIII, 1, 1900.

XXXVII, 2 : N. von Bogoslowsky : Ueber das untere Neokom im Nordem des Gouv. Simbirsk und den Rjasan-Horizont, p. 249-269. — E. Fedorow : Etude sur le chimisme des minéraux et des roches, p. 269-311, 14 pl. — K. Glinka : Ueber einige Reactionen der Calcium-Silicoaluminaten, p. 311-333. — K. Glinka : Ueber die mineralogische zusammensetzung der glacialen Thone und über Verwitterungstypen, p. 333-343. — W. Dokutschajew : Zur Frage über die Repeteckskischen Gypse, p. 343-357 — XXXVIII, 1 : N. Kinpowitsch : Zur Kenntniss der geol. Geschichte der Fauna der Weissen und Murman-Meeres, p. 1-171, 1 carte. — F von Hoyningen-Huene : Supplement zu der Beschreibung der Silurischen Craniaden der Ostseeländer, p. 171-209, 3 pl. — F. von Hoyningen-Huene : Ueber Aulacomerella, ein neues Brachiopodengeschlecht, p. 209-239, 1 pl. — F.-J. Pompeckj : Jura-Fossilien aus Alaska, p. 239-280, 3 pl. — N. Bogoslowsky : Die Verwitterungsrinde der Russischen Ebene, p. 281-307. — F. Schmidt : Ueber eine neue grosse Leperditia aus lithanischen Geschieben, p. 307-311.

Saint-Pétersbourg. Materialien zur Geol. Russlands. XX, 1900.

K. Bogdanovitch : Description géologique de l'extrémité sud de la presqu'île de Liao-Toung (région de Kouang-Toun) et de ses gisements d'or, p. 1-249, 11 pl. phot., 2 cartes (résumé français). — K.-A. Wollosowitsch : Notiz über das Postpliocän im Unterlauf der Nördlichen Dwina, p. 249-262.

— Mem. Ac. I. Sc. VIII, 7, 10, 1899 ; IX, 1, 1899.

VIII, 7 : A. Karpinsky : Sur l'Helicoprion, p. 1-67, 6 pl. — VIII, 10 : E. von Toll : Beiträge zur Kenntniss des Sibirischen Cambrium. I, p. 1-57, 8 pl. — IX, 1 : E. von Toll : Sur la géologie de la région de la Lena, p. 1-20, 2 cartes, dont 1 géol. (Ces trois mémoires sont entièrement en russe, sans résumé).

— Verh. der Russischen K. Mineralog. Ges. 4, 1900.

Séance du 18 Mars 1901

1° Non périodiques

Fortin (*R.*). Sur une carrière de Gaillon (Eure), ouverte dans la Craie sénonienne. Ex. B. S. des Amis des Sc. nat. de Rouen, 2e semestre, 1899, 8°, VII, p. 43-45, fig. dans le texte.

— Même sujet. Ex. Idem, 9 p., fig. dans le texte (Discussion)

Malfatti (*P.*). Contributo alla Spongio-faune del Cenozoico italiano. Ex. Palaeontographica italica, vol. VI, 4°, p. 267-302, 6 pl. lithogr. Pise, 1900.

Péroche (*J.*). Application de l'astronomie à la constatation des mouvements de la croûte terrestre. Ex. Ann. Soc. géol. du Nord, t. XXIX, 8°, 5 p. (juillet 1900). Lille, 1900.

— Les observations astronomiques et le balancement polaire. Ex. Idem, p. 215-232 (novembre 1900).

Winchell (*A.-N.*). Etude minéralogique et pétrographique des roches *gabbroïques* de l'Etat de Minnesota (Etats-Unis d'Amérique), et, plus spécialement, des *anorthosites* (Thèse). 164 p., 9 pl. Paris, 1900.

2° Périodiques

France. — *Autun*. Soc. H. N. Bull. XII, 2, 1899.

Charlieu. Bull. Soc. Sc. Nat. de Tarare. 1, 1901.

Grenoble. Bull. Soc. de Statistique des Sc. Nat. et Arts ind. du département de l'Isère. (4), V, 1900.

Gevrey : Sur le péristome d'*Œcoptychius Christoli*, p. 33-35, 1 pl. — Kilian, Paquier, Lory : Etudes géologiques dans les Alpes françaises, p. 35-63. - P. Lory : Les principaux types de vallées des chaînes subalpines dans l'Isère et les Hautes-Alpes, et leurs rapports avec la tectonique, p. 63-71. — V. Paquier : Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales, p. 77-479. 6 cartes, 2 pl. — W. Kilian et P. Lory : Notices géologiques sur divers points des Alpes françaises, p. 479-559.

— Travaux du Laboratoire de Géol. de la Fac. Sc. V, 2-3, 1901.

V. Paquier : Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales, p. 1-556, 2 pl. et 6 cartes. — W. Kilian et P. Lory : Notices géologiques sur les divers points des Alpes françaises, p. 557-637. — P. Lory : Sur les principaux types de vallées des chaînes subalpines dans l'Isère et les Hautes-Alpes, et sur leurs rapports avec la tectonique, p. 637-645. — I. Simionescu : Synopsis des Ammonites néocomiennes (2e partie), p. 645-672. — W. Kilian et G. Flusin : Etudes glaciaires, p. 673-680, 5 phot. — W. Kilian, P. Lory et V. Paquier : Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales, p. 681-713. — P. Lory : Les mouvements du sol et la sédimentation en Dévoluy durant le Crétacé supérieur, p. 713-717.

Paris. Le Naturaliste. 336. 1900.

— Ann. de l'Obs. météor., phys. et glaciaire du Mont Blanc. IV-V, 1900.

G. et J. Vallot : Expériences sur la vitesse de la circulation de l'eau dans les torrents et sous les glaciers, p. 19-35. — J. Vallot : Expériences sur la marche et les variations de la mer de glace, p. 35-158 (avec atlas de 61 pl.).

— Soc. fr. de Minéralogie. Bull. XXIII, 9, 1900.

— Soc. Philomatique. Bull. (9), II. 3. 1900.

— La Géographie. III. 3, 1901.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 2. 1901.

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 9-10, 1901.

9 : Amalitzky : Sur la découverte, dans les dépôts permiens supérieurs du Nord de la Russie, d'une flore glossopterienne et de reptiles Pareiasaurus et Dicynodon, p. 591-593. — H. Douxami : Les formations tertiaires et quaternaires de la vallée de Bellegarde, p. 393-395. — 10 : P. Fliche : Sur un insecte fossile trouvé dans le Trias de Lorraine, p. 650-651. — J. Thoulet : Note relative à un Atlas lithologique et bathymétrique des côtes de France, p. 653-654.

— Bull. Muséum H. N. 7-8, 1900.

7 : A. Tournouër : Sur le Neomylodon et l'Hyimché des Indiens Telhueche, p. 343-344. — Sippe : Sur les roches de la mission Fourneau au Congo, p. 392-400.

— La Nature. 1450-1451.

— Journal des Savants. Février 1901.

Saint-Etienne. Soc. Ind. minér. CR. mensuels. Février 1901.

Toulouse. Soc. Hist. Nat. XXII. 3, 1899 : XXXIII. 1-7, 1900.

3, 1899 : E. Harlé : Notes sur la Garonne, p. 149-199. — 1-7, 1900 : E. Harlé : Rocher creusé par les colimaçons à Salies-du-Salat (Haute-Garonne), p. 41-47. — Laromiguière : Note sur le terrain houiller de Decazeville et son mode de formation, p. 157-166. — de Salignac Fenelon : Excursion de la S. G. F. dans les montagnes de la Catalogne (1898), p. 166-168.

Allemagne. — *Berlin.* Zeitsch. f. praktische Geol. IX. 3, 1901.

H. Amsel : Die oolitische Eisenerzformation Deutsch-Lothringens, p. 81-94. — A. Hofmann : Antimonitgänge von Přičov in Böhmen, p. 94-97. — F. Kannhowen : Ueber einige Mikroorganismen der fossilen Braunstoffe, p 97-110.

Stuttgart. Zeitsch. für Naturwiss. LXXIII, 5-6, 1901.

H. Scupin : Ueber vulcanische Bomben aus dem Katzbach Gebirge, p. 359-411, 1 pl.

— Centralblatt für Min., Geol., Pal. 5, 1901.

K. Miller : Zum Alter des Sylvanakalks, p. 129-134. — R. Brauns : Ueber das Verhältniss von Conchit zu Aragonit, p. 134-135. — M. Schlosser : Erwiderung gegen A. Gaudry, p. 135-136. — A Saytzeff : Ueber die Goldlagerstätten des Atschinsk-Minussinskischen Kreises in Sibirien, p. 136-140.

Australie. — *Brisbane.* Ann. of the Queensland Mus. 5, 1900.

C.-W. de Vis : A further trace of an extinct Lizard, p 6. — C.-W. de Vis : Boues and Diet Thylacoleo, p. 7-11, 4 pl.

Autriche-Hongrie. — *Vienne.* Beiträge zur Pal. und Geol. Oesterreichs-Ungarns und des Orients. XIII, 3, 1901.

Gorjanović-Kramberger : Ueber die Gattung Valenciennesia und einige

unterpontische Limnaeen, p. 121-140, 2 pl. — Oppenheim : Ueber einige alttertiäre Faunen der österr.-ungar. Monarchie, p. 141-184.

— Verh. K. K. Geol. R. Anstalt. 17-18, 1900 ; 1. 1901.

17-18, 1900 : O. Abel : Die Fauna der miocänen Schotter von Niederschleintz bei Limberg-Meissan in Niederösterreich, p. 387-394. — M. Limanowski : Ueber neue Fossilfunde im Tatragebirge, p. 394-395. — R.-J. Schubert : Neue Klippen aus dem Trecséner Comitate, p. 395-397. — F. Kovář et F Slavik : Ueber Tripolit von Wien und Cyrillhof in Mähren, und seine Zersetzungproducte, p. 397-404. — 1, 1901 : G. Stache : Jahresbericht des Directors, p 1-32.

Belgique. — *Bruxelles.* Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydrologie. XIII, 2, 1899 (1901) ; XIV, 4, 1900.

2, 1899 : C -J. van Mierlo : La carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord, p. 219-265, 2 pl. — P. van Ysendyck : C R. de la session annuelle extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald, p. 266-306, 2 pl. — 4, 1900 : Mordsen-Manson et T.-C. Chamberlin : L'évolution des climats et les périodes glaciaires, p. 82-88.

Espagne. — *Madrid.* Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat. I, 2.

L. Navas : La cueva de Maderuela en Vera (provincia de Zaragoza), p. 125-130.

États-Unis. — *Minneapolis.* The Am. Geologist. XXVI, 6, 1900.

C.-E. Lord : Notes on the Geology and Petrography of Monhegan Island, Maine, p. 329-348, 1 pl. -- A.-N. Winchell : Mineralogical and petrological study of the Gabbroid rocks of Minnesota and more particularly of the Plagioclasites, p. 348-388. — F.-W. Sardeson : Meteorology of the Ordovician, p. 388-391.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), XI, 63, 1901.

C.-N. Gould : Notes on the geology of parts of the Seminole, Creek, Cherokee and Osage Nations, p. 185-191. — C.-S. Prosser : Names for the formations of the Ohio Coal-measures, p. 191-200. — J.-L. Wortman : New american species of Amphicyon, p. 200-205.

New-York. Science. XIII, 321-323.

— Ann. of Ac. of Sc. XIII, 1, 1900.

H.-F. Osborn : Correlation between Tertiary Mammals Horizons of Europe and America, p 1-72.

Rochester. Bull. Geol. Soc. of America. XI, 1900.

H. Le Roy : Proceedings of the 11th summer meeting held at Columbus, Ohio, august 1899, p. 1-14. — C.-H. Hitchcock : Geology of Oahu, p. 15-57. — W.-H. Dall : Notes on the tertiary geology of Oahu, p. 57-61. — B.-K. Emerson : The tetrahedral earth and the zone of the intercontinental seas, p. 61-96. E. Suess : The asymetry of the northern hemisphere, p. 96-107. — A.-P. Coleman : Upper and lower Huronian in Ontario, p. 107-115. — F. Bascom : Volcanics of Neponset valley, Massachusetts, p. 115-127. H.-F. Bain : Geology of the Wichita mountains, p. 127-145. — D. White : Relative ages of the Kanawka and Allegheny series as indicated by the fossil plants, p. 145-179.

— W -H. Weed : Eurichment of mineral veins by later metallic sulphides, p. 179-207. — W.-M. Davis : Fault scarp in the Lepini mountains, Italy, p. 207-215. — G.-O. Smith et W.-C. Mendenhall : Tertiary granite in the northern Cascades, p. 223-231. — E. Haworth : Relations between the Ozark uplift and ore deposits, p 231-241. — C. Schuchert : Lower Devonic aspect of the lower Heldelberg and Oriskany formations, p. 241-333. — H. Williams : Silurian-Devonian boundary in North America, p. 333-347. — A.-W. Graban : Siluro-Devonic contact in Erie county, New York, p. 347-377. — W.-C. Knight : Jurassic rocks of southern Wyoming, p. 377-389. — H.-S. Washington : Igneous complex of Magnet Cove, Arkansas, p. 389-417. — Bailey Willis : Some coast migrations, Santa Lucia range, California, p. 417-433. — R.-S. Tarr : Glaciation of Mt Ktaadu, Maine, p. 433-449 — J.-B Woodworth : Vertebrate footprints on Carboniferous shales of Plainville, Massachusetts, p. 449-455. — J.-B Woodworth : Glacial origin of older Pleistocene in Gay Head cliffs, with note on fossile horse of that section, p. 455-461 — H.-B. Datton : Thomsonite, mesolite, and chabasite, from Golden, Colorado, p. 461-475. — T -C Hopkins : Cambro-silurian limonite ores of Pennsylvania, p. 475-503. — U.-S. Grant : Contact metamorphism of a basic igneous rock, p 503-511. — H.-L. Fairchild : Proceedings of the 12th annual meeting, held at Washington, december 1899, including Proc. of First Ann. meeting of the Cordilieran section, held at San Francisco, december 1899. p. 511-639.

Washington. Ann. Rep. of the Smithsonian Institution for the year ending june 30, 1898. Vol. I, 1899 ; vol. II (Rep. of the U. S. National Museum), 1900.

Grande-Bretagne. — *Londres.* The Geol. Mag. (4). VIII, 3, 1901.

J Parkinson : Some Lake basins in Alberta and British Columbia, p. 97-101, 1 pl. — D. Bate : Bone cave in the Carboniferous Limestone of the Wye Valley, p. 101-106. — F.-R. Cowper Reed : Woodwardian Museum notes, p. 106-110, 1 pl. — R.-H. Traquair : Lower Carboniferous fishes of eastern Fifeshire, p. 110-115. — T. Rupert Jones : History of the Sarsens, p. 115-125. — A.-R. Hunt : The age of the earth and the sodium of the sea, p. 125-128. — R. Bullen Newton : Geological litterature of the Malay Peninsula, p. 128-135. — J.-R. Dakyns : Origin of Coal, p. 135.

— R. Soc. Proc. LXVIII, 442, 1901.

Italie. — *Modène.* Boll. Soc. Sismologica. VI, 6, 1900.

G. Mercalli : Notizie vesuviane, p. 147-168.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. C. X, 4, 1901.

Séance du 1er Avril 1901

1° Non périodiques

Amalitzky (*V.*). Sur la découverte, dans les dépôts permiens supérieurs du Nord de la Russie, d'une flore *glossoptérienne* et de Reptiles *Pareiasaurus* et *Dicynodon*. Ex. CR. Ac. Sc., 4 mars 1901, 4°, 3 p.

— Excursions géol. dans le Nord de la Russie. 8°, 25 p. (s. l. n. d.).

Bohn (*G.*). L'évolution du Pigment (de la série « Scientia »), in-16, 96 p. Paris, 1901

Chantre (*Ernest*). L'Homme quaternaire dans le bassin du Rhône. Ex. Annales de l'Université de Lyon, nouvelle série, I. Sciences. fasc. 4. 8°, 189 p., 74 fig. dans le texte. Lyon, 1900

Klément (*C.*). Sur la Diallage ouralitisée de l'Ardenne. Ex. B. S. belge de Géol., t. XI (1897), procès-verbaux, p. 150-155, 8°. Bruxelles.

Martonne (*E. de*). La Roumanie. Ext. de la Grande Encyclopédie, tome XXVII, in-16, 72 p.

— Le levé topographique des cirques de Gauri et de Galcescu. Ex. B. S. inginerilor si industriasilor de Mine, vol IV, fasc. I-II, année 1900, 8°, 42 p. Bucarest, 1900.

— Sur la formation des cirques. Ex. Annales de Géog., t. X, n° 49, 25 janvier 1901, 8°, 7 p. Paris, 1901.

— Recherches sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales. Ex. B. S des Sciences de Roumanie, ann. IX, n° 4, gr. 8°, 60 p., 8 pl. Bucarest, 1900

— Contribution à l'étude de la période glaciaire dans les Karpates méridionales. Ex. B. S. G. F., (3), t. XXVIII, p. 275-319. Paris, 1900.

Seward (*A.-C.*). Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology (British Museum. Natural History). — The Jurassic Flora. I. The Yorkshire Coast). 8°, 341 p., 39 pl. et fig. dans le texte Londres, 1900.

2° Cartes

Carte géol. du massif du Mt Blanc, par MM. *L. Duparc*, *L. Mrazec* et *F. Pearce*. — Levé topog. de *A. Barbey*. (Publ. à Genève, Suisse).

3° Périodiques

France. — *Bourg*. Bull. Soc. Sc. Nat. et Arch. de l'Ain. 22. 1901.

J.-M. Beroud : Excursion géologique dans la vallée du Suran, p. 1-24.

Dunkerque. Mém. Soc. pour l'encouragement des Sc., Lettres et Arts. XXXIV, 1900.

Lancry : De la durée des phénomènes géologiques, p. 331-343. — H. Terquem : La fin du monde, p. 343-355. — Gosselet : Note sur les sables de la plage de Dunkerque, p 371-381.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. XIV, 158-159, 1901.

Paris. Statistique de l'Industrie minérale. 1899 (1900).

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 11-12, 1901.

P. Choffat : Sur l'âge de la Teschénite, p. 807-810.

— Soc. Philomathique. Bull. (9). II. 4, 1899-1900.

— Feuille des Jeunes Naturalistes. (4), XXXI, 366. 1901.

J. Raspail : Coupe de la falaise jurassique au promontoire d'Auberville, p. 145-149, 1 pl. — G.-F. Dollfus : L'étage cénomanien en Angleterre, p. 149-151.

— Ann. de Géographie. X, 50, 1901.

A. Wolikof : De l'influence de l'Homme sur la terre, p. 97-115. — P. Léon : Excursion géographique dans l'Ardenne, p. 123-140, 4 pl.

— Le Naturaliste. (2), XXIII, 337, 1901.

P.-H. Fritel : Les faluns et les fossiles qui s'y rencontrent, p. 65-67.

— Ann. des Mines. (9), XIX, 1.

Angles-Dauriac : Note sur le bassin houiller de la Bouble, p. 5-47. — H. Kuss : L'industrie minière de l'Australie Occidentale, p. 47-70.

— La Nature. 1452-1453.

L. Reverchon : Une montagne qui se décolle, p. 276-278.

— L'Anthropologie. XI, 6. 1900.

V. Dürst : Notes sur quelques Bovidés préhistoriques, p. 655-677. — A. Rutot : Sur la distribution des industries paléolithiques dans les couches quaternaires de la Belgique, p. 707-747

— Ann. des Bibl. et des Archives. XVI, 1901.

Saint-Etienne. Soc. de l'Ind. Min. CR. mensuel. Mars 1901.

Allemagne. — *Gotha*. Petermanns Mitt. XLVII, 3, 1901.

Th. Thoroddsen : Das Erdbeben in Island im Jahre 1896, p. 53-56, 1 carte.

Mulhouse. Bull. Soc. Industrielle. Janvier-février 1901.

Stuttgart. N. Jarhb. für Min. Geol. Pal. I, 2, 1901.

E. v. Drygalsky : Structur und Bewegung des Eises, p. 37-49. — L. Milch : Ueber der Granitgneiss der Roc noir (Massiv der Dent Blanche, südwestliches Wallis), p. 49-89. — E. Werth : Zur Kenntniss des Diluviums im nördlichen Riesengebirge, p. 89-99

— Beilage-Band. XIV, 1, 1901.

A. Johnsen : Petrographische Untersuchung der Harzer Porphyroïde, p. 1-43, 1 pl. — J. Königsberger : Die Minerallagerstätten im Biotitprotogin des Aarmassivs, p. 43-120. — E. Koken : Beiträge zur Kenntniss des schwäbischen Diluviums, p. 120-170, 4 pl.

— Centralblatt für Min. Geol. Pal. 6. 1901.

K. Martin : Lithothamnium in cretaceischen und jüngeren Ablagerungen tropischer Inseln, p. 161-166. — Th. Fuchs : Ueber Medusina geryonoides v. Huene, p. 166-167. — F. v. Huene : Nochmals Medusina geryonoides v. Huene, p. 167-168. — H. Dieseldorff : Zur « Melonit » Frage, p. 168-171.

Autriche-Hongrie. — *Budapest.* Földtani Közlöny. XXX, 8-9, 1900.

R. von Kövesligethy : Ueber einige seismische Institute, p. 233-246. — L. Roth von Telegd : Resultat der Bohrung auf Petroleum bei Zsibó-Szamos Udvarhely, p. 246-251

— Mitt. aus dem Jahrb. des R. Ungarischen Geol. Anstalt. XII, 3-4, 1900 ; 5, 1901.

3, 1900 : Koloman von Adda : Geologische Aufnamen im Interesse von Petroleum-Schürfungen im nördlichen Teile des Comitates Zemplen in Ungarn, p. 265-319, 1 carte. — 4, 1900 : A. Gesell : Die geologischen Verhältnisse des Petroleum vorkommens in der Gegend von Luh im Ungthale, p. 323-335, 1 carte. — 5, 1901 : H. Hornsitzky : Die agro-geologischen Verhältnisse des III. Bezirkes (O'-Buda) der Haupt-und Residenzstadt Budapest, p. 337-367, 1 carte.

États-Unis. — *Boston.* Mem. Soc. of Nat. Hist. V, 6-7, 1900.

— Proc. Soc. Nat. Hist. XXIX, 9, 14, 1900.

9 : H.-T. Burret R.-E. Burke : The occurrence of fossils in the Roxbury Conglomerate, p. 179-184, 1 pl. — 14 : W.-M. Davis : Glacial erosion in France, Switzerland and Norway, p. 273-322, 3 pl

— Occasional papers Soc. Nat. Hist. IV, 1900.

W.-O. Crosby : Geology of the Boston basin, vol. I, part III : The Blue Hills complex, p. 1-694, 24 pl., 2 cartes.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXVII, 1-2, 1901.

1 : S.-E. Bishop : Brevity of Tuff-cone eruption, p. 1-6, 1 pl. — W.-S. Gresley : Possible new coal plants in coal, p 6-14, 7 pl. — J.-A Dresser : On the petrography of Mount Orford, p. 14-21. — W.-G. Miller : On some newly discovered areas of Nepheline Syenite in central Canada, p. 21-25. — D. H. Hershey : Peneplains of the Ozark Higland, p. 25-41. — 2 : S.-P. Jones : The geology of Tallualah Gorge, p. 67-75, 3 pl — L.-P. Gratacap : Paleontological speculations, p. 75-100. — J.-W. Gregory : The plan of the earth and its causes, p. 100-119.

New-York. Science. XIII, 324-325, 1901.

324 : G.-M. Dawson : Physical History of the Rocky Mountain Region in Canada, p. 401-407.

— Mem. Ac. Sc. II, 2, 1900.

Italie. — *Florence.* Atti Soc. Toscana di Sc. Nat. XII, nov. 1900. janvier 1901.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. C. X, 5, 1901.

Pampaloni : Scorie trachitiche dell' Averno nei Campi Flegrei, p. 151-157.

Japon. — *Tokyo.* Publications of the earthquake investigation Com. 5-6, 1901.

5 : F. Omori : Results of the horizontal pendulum observations of earth-

quakes, july 1898 to dec. 1899, Tokyo, p. 1-82, 20 pl. — 6 : F. Omori : Horizontal pendulum observations of earthquakes, july 1898 to dec. 1899, p. 1-181.

Mexique. — *Mexico*. Bol. Inst. Geol. de Mexico. 14, (1), 1900.

E. Ordoñez : Las Rhyolitas de México, p. 1-75, 5 pl., 1 carte.

Roumanie. — *Jassy*. Ann. Sc. de l'Université. I, 3, 1901.

V. Butzureann : Etudes pétrographiques et chimiques des roches éruptives du district de Suceava, p. 233-239. — Th. Nicolau : Recherches sur les roches avec fer natif de l'île de Disko, p. 265-289.

Suisse. — *Genève*. Arch. Sc. Phys. et Nat. (4), XI, 3, 1901.

Séance du 15 Avril 1901

1° Non périodiques

Chatelet (*C.*). Quelques mots sur la faune des lignites de Saint-Geniès-de-Comolar et de Saint-Laurent-des-Arbres. Ex. Ac. de Vaucluse (Mémoires), 1899, p. 155-159. Avignon, 1899.

Choffat (*P.*). Sur l'âge de la *Teschénite*. Ex. CR. Ac. Sc., 25 mars 1901, 4°, 2 p.

Lory (*P.*). Les cirques de montagnes. Ex. Revue des Alpes dauphinoises, (3), 9, 15 mars 1901, 8°, 15 p., 3 fig. dans le texte. Grenoble, 1901.

— Sur les principaux types de vallées des chaînes subalpines dans l'Isère et les Hautes-Alpes, et sur leurs rapports avec la tectonique. Ex. Bull. Soc. Statistique de l'Isère, 15 janvier 1900, 8°, 7 p., 1 carte.

2° Cartes

Carte géol. détaillée de la Roumanie, 5 feuilles.

Carte générale hypsométrique de l'Amérique du Nord (le relief n'est exprimé que sur la surface des Etats-Unis et du *Dominion* du Canada). Publiée par la Commission géol. du Canada, 1 feuille.

3° Périodiques

France. — *Lille*. Soc. Géol. du N. Ann. XXIX, 4, 1900.

Leriche : Faune ichthyologique des sables à Unios et Térédines des environs d'Epernay, p. 177-196, 2 pl. — J. Gosselet : Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique ; plaine d'Arras, Gohelle, p. 200-214. — J. Péroche : Les observations astronomiques et le balancement polaire, p. 215-232. — J. Gosselet : Notes d'excursions géologiques sur la feuille de Laon, p. 233-256. — J. Gosselet : Stratification entrecroisée dans les sables de Dunkerque, p. 256, 2 pl.

Paris. La Nature. 1455.

M. le Couppey de la Forest et M. Bourdon : La rivière souterraine de Guinand, p. 315-318. — R. Ducamp : L'or dans les sables du Gard, p. 320.

— Ann. des Mines. (9), XVIII, 12, 1900.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 3, 1901.

— Journal de Conchyliologie. XLIX, 1, 1901.

G. Dollfus et Ph. Dautzenberg : Découverte des *Tympanotomus lignitaru* Eichw. dans le Miocène du Bolderberg en Belgique, p. 33-35.

— Le Naturaliste. XXIII, 378, 1901.

St. Meunier : La régression des torrents, p. 77-79.

— Revue Paléozoologie. V, 2, 1901.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. (5), I, 4, 1900.

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 13-14, 1901.

L. Duparc et F. Pearce : Sur la Koswite, une nouvelle Pyroxénite de l'Oura, p. 892-894. — St. Meunier : Sur la pluie de sang observée à Palerme dans l nuit du 9 au 10 mars 1901, p. 894-896.

Allemagne. — *Berlin*. Ges. für Erdk. Verh. XXVIII, 3, 1901

— Zeitsch. d. Ges. für Erdk. XXXV, 6, 1900.

— Zeitsch. f. praktische Geol. IX, 4, 1901.

O. Beyer : Das neue wasserwerk der Stadt Bautzen und die Beziehunger seines Grundwassers zum Untergrunde, p. 121-140. — C. Gäbert : Die Erzlagerstätten zwischen Klingenthal und Graslitz im westlichen Erzgebirge p. 140-145. — F. Hupfeld : Das Steinkohlenbecken von San Juan de las Abadesas in den Ostpyrenäen, p. 145-149.

Stuttgart. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 7, 1901.

J. Simionescu : Erreicht die russiche Tafel Rumänien ?, p. 193-195. — J. Königsberger : Zur optischen Bestimmung der Erze, p. 195-197. — A. v. Krofft : Zur Unteren Trias von Spiti, p. 197-199. — P. Krusch : Ueber einige Tellurgold-silberverbindungen von den westaustralischen Goldgängen, p. 199-203.

Autriche-Hongrie. — *Cracovie*. Bull. intern. Ac. Sc. CR. Décembre 1900.

Danemark. — *Copenhague*. Ac. Royale des Sc. et des Lettres de Dan. Bulletin. 6, 1900 ; 1, 1901.

États-Unis. — *Cambridge*. Museum of Comparative Zool. at Harward College. V, 2-3, 1901.

2 : H.-T. Burr : The structural relations of the amygdaloidal Melaphyr in Brookline, Newton, and Brighton Mass., p. 53-68, 2 pl. — 3 : R.-A. Daly : The physiography of Acadia, p. 73-104, 11 pl.

Chicago. Journal of Geology. IX, 2, 1901.

T.-L. Watson : On the origin of the Phenocrysts in the porphyritic granites of Georgia, p. 97-123. — C.-R. Dryer : Certain peculiar Esker and esker lakes of north-eastern Indiana, p. 123-130. — St. Weller : Correlation of the Kinderkook formations of southwestern Missouri. p. 130-149. — F.-W. Sardeson : Problem of the Monticuliporoidea, II, p. 149-174.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), XI, 64, 1901.

G.-N. Gould : Tertiary Springs of Western Kansas and Oklahoma, p. 263-269. — W.-T. Bell : Concretions of Ottawa County, Kansas, p. 315-316.

New-York. Science. XIII, 326.

Indes néerlandaises. — Register of het Jaarb. van het Minjwesen in Nederlandsch Oost-Indië. 1882-1899 (1901).

Italie. — *Florence*. Boll. delle Pubblicazioni It. 3, 1901.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. C. X, 6, 1901.

Séance du 6 Mai 1901

1° Non périodiques

Bézier (*T.*) et *Lebesconte* (*P.*). Observations sur le terrain silurien de Gosné (I.-et-V.). Ex. B. S. Sc. et méd. de l'Ouest, 9e année (1900), n° 4, 8°, 6 p., fig. dans le texte. Rennes, 1900.

Blake (*John Charles*). A Mica-Andesite of West sugarloof Mountain, Boulder County, Colorado. — Some relations of Tetrahedral Combinations to cristalline form. Ex. Proc. of the Colorado Sc. Soc., vol. 7, p. 13-36, 8°. Denver (U. S. A.), avril 1901.

Dollfus (*G.-F.*). L'étage cénomanien en Angleterre. Ex. Feuille des Jeunes Nat., n° 366, avril 1901, 8°, 3 p. Rennes-Paris, 1901.

Fliche (*P.*). Sur un Insecte fossile trouvé dans le Trias en Lorraine. Ex. CR. Ac. Sc., 11 Mars 1901, 2 p.

Gilson (*G.*). Exploration de la Mer sur les côtes de la Belgique, année 1900. Ex. Mém. Musée R. H. N. de Belgique, t. I, 1900, 4°, 81 p., 3 pl., phot. dans le texte.

Harlé (*Ed.*). Essai de bibliographie du creusement des roches par des Escargots. Ex. B. Soc. H. N. de Toulouse, t. XXXIII (1900), p. 259-263, 8°. Toulouse.

Imbeaux (Dr Ingr *Ed.*). L'alimentation en eau des villes, à l'Exposition Universelle de 1900 (Paris). Ex. Revue technique de E. U.

1900, grand 8°, 343 p., nombreux diagrammes, coupes, etc. dans le texte. Paris, 1901 (Présenté par M. *J. Bergeron*).

Kemna (*Ad.*), *Aubel* (*H. van*), *Ertborn* (Bon *O. van*), etc. L'étude scientifique du « Boulant » à la Soc. belge de Géol. Ex. B. S. belge de Géol., 5 mai 1901, p. 121-154, 8°. Bruxelles, 1901.

Labat (Dr *A.*). Climat et eaux minérales d'Angleterre. Pet. 8°, 80 p. Paris, 1901 (Présenté par l'auteur).

Laflamme (Mgr *J.-C.-K.*). Modifications remarquables causées à l'embouchure de la rivière Ste-Anne par l'éboulement de St-Alban. Éboulement à St-Luc-de-Vincennes, Rivière Champlain, le 21 sept. 1895. Ex. Trans. R. Soc. of Canada, 2e série, vol. VI, sect. IV (1900-1901), 8°, p. 175-180, mai 1900, fig. dans le texte. Ottawa, 1901.

Lapparent (*A. de*). Vers les Pôles. Ex. du Correspondant, 8°, 30 p.

Lebesconte (*P.*). Briovérien et Silurien en Bretagne et dans l'O. de la France. Leur séparation par les Poudingues rouges. Ex. B. S. G. F., 3e série, t. XXVIII, 1900, p. 815-831, 1 pl.

Léon (*Paul*). Une excursion géogr. dans l'Ardenne. Ex. Annales de Géogr., t. X, n° 50, 1901, 8°, p. 123-139, 4 pl. phot. Paris, 1901.

Maggi (Prof. *Leopoldo*). Aggiunte ai nuovi osoicini craniali negli Antropoidi. Ex. R. D. R. Ist. Lomb. Sc. et Lett., série II, vol. XXXIV, 1901, 8°, 5 p. Milan.

Priem (*F.*). Sur les Poissons fossiles éocènes d'Égypte et de Roumanie, et rectification relative à *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Ex. B. S. G. F., 3e série, t. XXVII, 1899, p. 241-253, 1 pl.

— Sur les Poissons fossiles du Gypse de Paris. Ex. Id., t. XXVIII, 1900, p. 841-860, 1 pl.

Rutot (*A.*). A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France. Ex. B. Soc. belge de Géol., t. XV, 1901 (Séance du 27 février). 8°, p. 74-97. Bruxelles, 1901.

Seward (*A.-C.*). La flore wealdienne de Bernissart. Ex. Mém. Musée R. H. N. de Belgique, t. I, 1900, 4°, 38 p., 4 pl. Bruxelles.

Van den Broeck (*E.*). Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrain calcaire et le rôle de la Géologie dans les recherches et études de travaux d'eaux alimentaires. Réponse à la Note de M. l'Ing^r^ *Th. Verstraeten*. Ex. B. Soc. belge de Géol., t. XI, 1897, 8°, p. 378-554. Bruxelles, 1901.

Les Mines du Japon (Rédigé par le bureau des Mines, Ministère de l'Agriculture et du Commerce). Ouvrage publié par la Commission I. du Japon à l'Exp. Univ. de Paris, 1900, 8°, 530 p. Carte générale des Mines du Japon et nombreux tableaux et diagrammes, etc. Paris, 1900 [Offert par M. G. Ramond].

The Norwegian North-Polar-Expédition. Scientific Results, Edited by *Fridtjof Nansen* (1893-96). Vol. II, 4°, LX + 412 p., 2 cartes hors texte, nombreux graphiques, diagrammes, etc. Londres, Christiania.

Maryland Geol. Survey. Allegany County. 8°, 323 p., 30 pl. phot. Atlas in-folio (Cartes topog. et géol. d'ensemble et de détails). Baltimore, 1900.

2° Périodiques

France. — *Charlieu*. Bull. Soc. Sc. Nat. de Tarare. VI, 2.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXII, 15-17, 1901.

15 : A. Chevalier : Sur l'existence probable d'une mer récente dans la région de Tombouctou, p. 926-928. — 16 : St. Meunier : Sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine, p. 1008-1010.

— La Nature. 1456-1458, 1901.

A. de Lapparent : Un Oursin du Sahara, p. 353-354.

— Le Naturaliste. 339-340, 1901.

— La Géographie. III, 4, 1901.

A. de Lapparent : La trouvaille d'un Oursin fossile dans le Sahara. — Ch. Rabot : Le conflit chilo-argentin et les phénomènes de capture dans la Cordillère des Andes, p. 261-279, 1 carte.

— Soc. botanique de Fr. Bull. (3), IV, 10, 1897.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXIV, 1-2, 1901.

A. Lacroix : Sur la forstérite et les pseudomorphoses de dipyre en forstérite et spinelle des contacts des roches lherzolitiques de l'Ariège, p. 14-22. — A. Lacroix : Les calcaires à prehnite des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées, p. 22-27. — A. Lacroix : Note sur les roches à lépidolite et topaze du Limousin, p. 30-34.

— Ann. des Mines. (9), XIX, 2, 1901.

— Feuille des Jeunes Naturalistes. (4), XXXI, 367, 1901.

J. Raspail : Contribution à l'étude de la falaise de Villers-sur-Mer (suite), p. 169-172, 1 pl.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 4, 1901.

Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale (CR. mensuels). Avril 1901.

Villefranche. Bull. Soc. Sc. et Arts du Beaujolais. II, 5, 1901.

J. Marduel : Le puits artésien de l'Usine de la Quarantaine à Villefranche, p. 56-64.

Allemagne. — *Berlin*. Zeitsch. d. Ges. für Erdk. XXXVI, 1, 1901.

E. Deckert : Die Hochketten des nordamerikanischen Felsengebirges und der Sierra Nevada, p. 1-20. 5 pl. — S. Passarge : Beitrag zur Kenntniss der Geologie von British-Betschuana-Land, p. 20, 5 pl. dont 1 carte géol.

Gotha. Petermanns Mitt. XLVII, 4, 1901.

— Ergänzungsheft, 134, 1901.

A. Philippson : Beiträge zur Kenntniss der griechischen Inselwelt, 4 cartes.

Strasbourg. Mitt. der Geol. Landesanstalt von Elsass-Lothringen. V, 3, 1900.

A. Tornquist : Die im Jahre 1900 aufgedeckten Glacialerscheinungen am Schwartzen See, p. 123-139, 5 pl. — E.-W. Benecke : Ueberbliek über die palaeontologische Gliederung der Eisenerz-formation in Deutsch-Lothringen und Luxembourg, p. 139-165. — L. van Wervecke : Profile zur Gliederung des reichsländischen Lias und Doggers und Anleitung zu einigen geologischen Ausflügen in den lothringisch-luxemburgischen Jura, p. 165-247, 5 pl. — L. van Wervecke : Ueber Glacialschrammung auf den Graniten der Vogesen, p. 247-253. — L. van Wervecke : Nachweis einigen bishernicht bekannter Moränen zwischen Masmünter und Kirchberg im Doller-Thale, p. 253-261.

Stuttgart. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 8, 1901.

E. Koken : Helicoprion im Productus-Kalk der Saltrange, p. 225-227. — F. Katzer : Zur näheren Altersbestimmung des Süsswasserneogen in Bosnien, p. 227-233. — C. Tarnuzzer : An Herrn Dr. A. Rothpletz, p. 233-236.

Autriche-Hongrie. — *Budapest*. Jahresbericht der Kgl. Ung. Geol. Anstalt für 1898, 1901.

Prague. Sitzungsberichte des K. böhm. Gess. der Wissensch. 1899-1900.

1899 : E. Bayer : Einige neue Pflanzen der Perucer Kreideschichten in Böhmen, 2 pl. — V.-J. Procházka : Miocén Moravsky. — J.-V. Rohon : Die devonischen Fische von Timan in Russland. — Fr. Ryba : Ueber ein neues Megaphytum aus dem Miraschauer Steinkohlenbecken, 4 pl. — F. Schröckenstein : Studien über Silikat-Massengesteine. — J.-N. Woldřich : Geologicko-paleontologické příspěvky z křidového úlvaru u Ostroměře. — Č. Zahálka : Pásmo IX. Březenské-křidového úlvaru v Poohří, 6 pl. — Č. Zahálka : Pásmo X. Teplické křidového úlvaru v Poohři, 3 pl. — Č. Zahálka : Geotektonika křidového úlvaru v Poohři. — J.-V. Želizko : O křidovém úlvaru okoli Pardubie a Přelouče. — 1900 : J. Kratochvíl : O nèkterych massivnich horninách z okoli Novelo Knina a části rulovitych horin od Žlebu. — Č. Zahálka : O prulinách diluvialnich v Čechách, 1 pl. — B. Mácha : O Žilnych horninach od Zábèhlic a diabasu od Hodkovicek. — Č. Zahálka : Stratigraficky vyznam sférosideritové vrstvy pásma IX křidového úlvaru v Poohří. — J. Fišer : Kraj žuly a povaha sousednich hornin u Vltavy nad sv. Jankymi proudy. — F. Katzer : Ueber die Grenze zwischen Cambrium und Silur in Mittel-böhmen. — F. Schröckenstein : Die Basalt-Eruption bei Kladno am Vinařicer Berge, 2 pl. — J. Barvíř : O krystallech cerussitu od Stříba.

Vienne. Verh. K. K. Geol. Reich. 2-3, 1901.

2 : A. Rzehak : Das Porzellanitvorkommen von Medlowitz bei Gaya in Mähren und die Verbreitung der Congerienschichten am Südabhange des Marsgebietes. — H. Richly : Ueber zwei neuentdeckte Fundstätten von Moldaviten bei Neuhans-Wittingau. — 3 : A. v. Krafft : Zur Gliederung des muschelkalks des Himalaya. — J.-S. Hibsch : Ueber die geologische Special-

aufnahme des Duppaner Gebirges in nordwestlichen Böhmen. — F. v. Kerner: Vorlage des kartenblattes Sebenico-Tran. — F.-E. Suess: Geologische Mittheilungen aus dem Gebiete von Trebitsch und Jarmeritz in Mähren.

Belgique. — *Bruxelles*. Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydrologie. (2), I, 4, 1897 (1901); V, 1, 1901.

I, 4 : J. Cornet : Etudes sur la géologie du Congo occidental, p. 313-377, 1 pl. — V, 1 : X. Stainier : Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre, p. 1-61, 1 pl. — A. Rutot : Sur la formation des champs ou tapis de silex ayant fourni aux populations paléolithiques primitives la matière première des instruments et outils constituant leurs industries, p. 61-98.

— Mém. du Musée Royal d'H. N. de Belgique. I, 1900.

A.-C. Seward : La flore wealdienne de Bernissart, p. 1-37, 4 pl. — G. Gilson : Exploration de la mer sur les côtes de la Belgique en 1899, p. 1-81, 3 pl.

Liège. Ann. Soc. Géol. de Belgique. XXVbis, 1, 1899 (1900); XXVII, 4 (Bibliogr. et tables) (1899-1900), 1901 ; XXVIII, 1, 1900-1901.

XXVbis, 1 : M. Lohest : Discours sur les progrès réalisés en géologie de 1874 à 1898, p. 8-25. — H.-B. Geinitz : Sur *Stereosternum tumidum* Cope, p. 35-43, 1 pl. — D. Rayemackers : Note sur la constitution géologique des alluvions modernes et quaternaires sous la ville d'Alost, p. 43-71, 1 pl. — M. Lohest et Forir : Stratigraphie du massif cambrien de Stavelot, p. 71-121, 2 pl. — M. Mourlon : Essai d'une monographie des dépôts marins et continentaux du Quaternaire moséen le plus ancien de Belgique, p. 121-179, 1 pl. — C. Malaise : Etat actuel de nos connaissances sur le Silurien, p. 179-216. — XXVIII, 1 : H. Forir : Sur l'âge des dépôts de sable de Wodemont et du S.-E. de Mortroux, p. 3-9. — H. Forir : Fossiles du phosphate de chaux de La Hesbaye (assise de Spiennes), p. 9-19. — P. Destinez : Quelques gîtes fossilifères du Carboniférien et du Famennien du Condroz, p. 19-27. — P. Fourmarier : Le bassin dévonien et carboniférien de Theux, p. 27-32.

Canada. — *Halifax*. Proc. of the Nova Scotian Inst. of Sc. (2), III, 2, 1899-1900.

H.-M. Ami : On the Sub-divisions of the carboniferous System in Eastern Canada, p. 162-179. — H. Fletcher : Geological nomenclature in Nova Scotia, p. 235-245. — E. Haycock : Records of Post-Triassic Changes in Kings County, p. 287-303, 1 pl.

Saint-John. N. H. Soc. of New Brunswick. Bull. IV, 4, 1901.

G.-F. Matthew : New species of Cambrian fossils from Cape Breton, p. 269-287, 1 pl. — G.-F. Matthew : *Acrothyra*, a new genus of Etcheminian brachiopods, p. 303-304. — W.-F. Ganong : Notes on the natural history and physiography of New Brunswick ; 32 : The physiographic origin of our Portage Routes, p. 313-340, 2 cartes

Danemark. — *Copenhague*. Meddelser on Gronland. XXIV, 1901.

G. Flink : On the Minerals from Nararsuk on the Firth of Tunugdliarfik in Southern Greenland, p. 9-213, 9 pl. — Th. Nicolan : Untersuchungen an den

eisenführenden Gesteinen der Insel Disko, p. 217-248. — K.-J.-V. Steenstrup : Voyage de Disco en 1898, p. 251-306, 10 pl. (résumé en français). Supplément : Un grand panorama en couleurs.

Espagne. — *Madrid.* Ann. Soc. Esp. H. N. (2), IX, 1901.

États-Unis. — *Baltimore.* Maryland Geol. Surv. Allegany County.

J. Cleveland Abbe : Physiography, p. 27-54. — C. O'Harra : Geology, p. 57-164. — B. Clark, C. O'Harra, R.-R. Rowe, and H. Ries : Mineral resourses, p. 165-195. — C.-W. Dorsey : Soils, p. 195-212. — O.-L. Fassig : Climate, p. 217-230. — F.-H. Newell : Hydrography, p. 233-253. — L.-A. Bauer : Magnetic declination, p. 253-263. — G.-B. Sudworth : Forest, p. 263-290. — C.-H. Merriam and E.-H. Preble : Flora and fauna, p. 291-307. — Accompagné de 30 pl. et d'un atlas de 5 feuilles.

Berkeley. Bull. of the Dep. of Geology. II, 8, 1901.

O.-H. Hershey : The Geology of the central portion of the Isthmus of Panama, p. 231-267.

Denver. Bull. Colorado Sc. Soc. VII, 1, 1901.

J.-C. Blake : A Mica-andesite of West Sugarloaf Mountain, Boulder County, Colorado, p. 13-36.

Easton. Proc. Am. Ass. for the Adv. of Sc. 49th meeting held at New-York, 1900.

J.-F. Kemp : Precambrian sediments in the Adirondacks', p. 157-187 (et analyse des mémoires lus aux séances).

Minneapolis. The Am. Geologist. XXVII, 3, 1901.

S.-W. Mc. Callie : Some notes on the Trap Dikes of Georgia, p. 133-134, 3 pl. J.-W. Gregory : The plan of the earth and its causes, p. 134-147. — E.-R. Cummings : *Orthothetes minutus*, n. sp. from the Salem limestones of Harrodsburg, p. 147-150, 1 pl. — E.-W. Claypole : Notes on petroleum in California, p. 150-160. — W.-P. Blake : Some salient features in the geology of Arizona, with evidences of shollow seas in Paleozoic Time, p. 160-167. — J.-B. Hatcher : The Lake systems of South Patagonia, p. 167-174, 1 pl.

New-York. Am. Mus. of N. H. Mém. IV, 2, 1901. Bull. XIII, 1900.

R.-P. Whitfield : Observations on and Descriptions of arctic fossils, p. 19-23, 2 pl. — R.-P. Whitfield : Description of a new Crinoid from Indiana, p. 23-25. — R.-P. Whitfield : Note on the principal type specimen of *Mosasaurus maximus* Cope, p. 25-31, 2 pl. — J.-W. Gidley : A new species of Pleistocene Horse from the Staked Plains of Texas, p. 111-117. — H.-F. Osborn : Phylogeny of the Rhinoceroses of Europe, p. 229-269. — H.-F. Osborn : Oxyaena and Patriofelis restudie as terrestrial Creodonts, p. 269-281, 2 pl.

— Science. XIII, 327-330, 1901.

328 : F.-D. Adams : G.-M. Dawson, p. 561-563, 1 pl.

Philadelphie. Proc. Ac. of N. S. 3, 1900.

— Proc. of the Am. Philos. Soc. XXXIX, 164, 1900.

Hollande. — *La Haye*. Arch. Néerlandaises des Sc. exactes et Nat. (2). IV, 2, 1901.

Grande-Bretagne. — *Edimbourg*. Trans. Edinburgh. Geol. Soc. VIII, 1, 1901.

J.-G. Goodchild : On Hœmatite on Arthur Seal, p. 1. — J.-G. Goodchild : On some recent exposures of rocks in Edinburgh, p. 2-10. — T. Wallace : Additional notes on the geology of Strathdearn and adjoining district of the Aviemore Railway, p. 10-15. — J.-W. Kirby : Note on the Ostracoda from the Scotman office section, p. 15-18. — H. Kynaston : Notes on contact Metamorphism round the Cheviot Granite, p. 18-27. — J. Simpson and D. Hepburn : On mammalian bones found during excavations at Hailes Quarry, near Edinburgh, p. 27-32. — Mackie : Seventy chemical analyses of rocks (chiefly from the Moray area), p. 33-61, 1 pl. — J.-W. Kirby : On Lower Carboniferous strata and fossils at Randerstone, near Crail, Fife, p. 61-76, 1 pl. — A. Jessen : On the Shell-bearing Clay in Kintyre, p. 76-87. — H. Kynaston : On some Tuffs associated with the Andesitic Lavas of Lorne, p. 87-91, 1 pl. — Mackie : Some notes on the distribution of Erratics over Eastern Moray, p. 91-98. — Mackie : On differences in chimical composition between the central and marginal zones of Granite veins, with further evidence of exchange between such veins and the Contact Rocks, p. 98-114. — L. Hinseman : Note on specimens of Spherulitic Felsite from Glen Feshie, p. 114-116. — H.-M. Cadell : On the Geology of the Oil Shalefields of the Lothians, p. 116-162.

Londres. The Geol. Magazine. (4), VIII, 5, 1901.

M. Reade : Erosive effect of Sand-blast on Wood, p. 193-195. — E.-T. Newton : Note on Graptolites from Peru, p. 195-198. — W.-F. Hume : The Rift valleys of eastern Sinaï, p. 198-200. — W.-F. Hume : Geology of eastern Sinaï, p. 200-205. — N.-O. Holst : The glacial period and oscillation of Land in Scandinavia, p. 205-216. — E.-D. Wellburn : The Fish fauna of the Millstone Grits of Great Britain, p. 216-223. — H.-W. Pearson : Oscillations in the Sea-level, p. 223-231.

— Proc. Geol. Association. XVII, 1, 1901.

A. Rowe : The zone of the White Chalk of the English Coast, II Dorsel, p. 1-77, 10 pl.

Manchester. Trans. Geol. Soc. XXVII, 1, 2, 1900-1901.

Indes anglaises. — *Calcutta*. Mem. Geol. Surv. of India. XXXIII, 1, 1901.

F.-H. Hatch : The Kolar gold-field, being a description of quartz-mining and gold-recovery as practised in India, p. 1-72, 21 pl. dont 1 carte géol. — T.-H. Holland : Notes on Rocks specimens collected by F.-H. Hatch on the Kolar gold-field, p. 74-81.

Italie. — *Modène*. Boll. Soc. Sismologica. VI, 7-8, 1900.

VI, 7 : G. Vicentini : Necrologio Giulio Pacher, p. 187. - G. Agamennone : Gli strumenti sismici all' Esposizione Universale del 1900, p. 188-206. — R.-V. Matteucci : Sui periodo di forte attività esplosiva offerto nei mesi di aprik-maggio 1900 dal Vesuvio, p. 207-236, 8 pl. — VI, 8 : R.-V. Matteucci : Iden (*suite*), p. 239-276.

Rome. Atti R. Ac. dei Leincei, C. X, 7, 1901.

— Boll. R. Comitato Geol. It. (4), I, 4, 1900.

B. Lotti : Sulla genesi dei gracimenti metalliferi di Campiglia Marittima in Toscana, p. 327-337.—P. Moderni : Note geologische preliminari su i dintorno di Leonessa in provincia di Aquila, p. 338-354. — V. Sabbatini : Congresso geologico internazionale. L'excursione ai Puys alla Limagne e al Mont-Dore, p. 355-384.

Mexique. — *Mexico*. Mém. y Rev. Soc. Cientifica Antonia Alzate. XV, 1, 2, 1900.

Suisse. — *Genève*. Arch. Sc. phys. et Nat. (4), XI, 3, 1901.

F. de Montessus de Ballore : Les océans sismiques, p. 389-403, 1 pl.

Séance du 20 Mai 1901

1° Non périodiques

Ferton (*Ch.*). Description de l'*Osmia corsica* n. sp., et Observations sur la Faune corse. Ex. B. S. entomologique de France, 1901, n° 4, 8°, 6 p. Paris, 1901.

Gentil (*L.*). Résumé stratigraphique sur le Bassin de la Tafna. Terrains primaires et secondaires. Ex. A. F. A. S., Congrès de Paris, 1900, 8°, 14 p. Paris, 1901.

Labat (Dr *A.*). Climat et Eaux minérales d'Espagne. 8°, 78 p. Paris, 1901.

Rabot (*Ch.*). Les variations de longueur des Glaciers dans les régions arctiques et boréales. Ex. Archives des Sc. physiques et nat. (de Genève), ann. 1899-1900, 8°, 250 p.

Reinach (*A. von*). Schild Kröten reste im Mainzer Tertiär becken und in benach basten, ungefähr gleichlterigen Ablagerungen. 4°, 135 p., 44 pl. Francfort-s-M., 1900.

2° Cartes

Norges Geologiske Undersøgelse. Feuille 35, D. Lillehammer (au 100 000e). Christiania, 1899.

3° Périodiques

France. — *Auxerre*. Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. de l'Yonne. LIV, 1900 (1901).

Parat : Les grottes de la Cure, p. 3-39, 1 pl. — A. Raoul : Notice sur le profil en long géologique de la ligne d'Auxerre à Gien, p. 39-44, 1 pl.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. XIV, 160, 161, 1901.

Paris. Journ. des Savants. Mars-Avril 1901.

— Soc. Botanique de Fr. Bull. (3), VI, 1899.

— La Géographie. III, 5, 1901.

— La Nature. 1454, 1459, 1901.

1454 : Ch.-T. de Guillaume : Le glissement du Furcil, p. 294-295. — 1459 : A. de Parville : Le Vésuve en 1900, p. 375-378.

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 18, 19, 1901.

18 : E. de Martonne : Sur les mouvements du sol et la formation des vallées en Valachie, p. 1140-1143. — E. Bertainchand : Sur les poussières atmosphériques observées à Tunis, le 10 mars 1901, p. 1153-1155.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. (5), I, 5, 6, 1900.

Saint-Etienne. Bull. Soc. Ind. Minérale. (3), XV, 1, 1901 (avec atlas).

Travaux du Congrès international des mines et de la métallurgie.

Allemagne. — *Berlin*. Zeitsch. D. Geol. Ges. LII, 4, 1900.

A Fraas : Geognostisches Profil vom Nil zum Rothen Meer, p. 569-619, 1 pl. — E. Philippi : Beiträge zur Morphologie und Phylogenie der Lamellibranchier. III. Lima und ihre Untergattungen. p. 619-640, 1 pl. — A. Wichmann : Der Ausbruch des Gunung Ringgit auf Java in Jahre 1593, p. 640-661. — D. Jaekel : Ueber Carpoiden, eine neue Classe von Pelmatozoen, p. 661-677.

— Zeitsch. f. Praklische Geol. IX, 5, 1901.

L. de Launay : Die Schwefelkieslagerstätte von Sain-Bel (Rhône), p. 161-170. — A. Leppla : Ueber den sogen. Sonnenbrand der Basalte, p. 170-176. — W. Wolff : Die geologischen Landes untersuchungen der skandinavischen Staalen, p. 176-180. — J.-H.-L. Vogt : Weitere Untersuchungen über die Ausscheidung von Titan-Eisenerzen in basischen Eruptiv gesteinen, p. 180-194.

Francfort. Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. XXV, 1, 2, 1901 ; XXVI, 2 ; XXVIII, 1900.

XXVIII : von Reinach : Schildkrötenreste im Mainzer Tertiärbecken und in benachborten, ungefähr gleichartigen Ablagerungen, p. 1-135, 44 pl.

— Bericht. 1900.

H. Bücking : Cordierit von Nordcelebes und den sog. verglasten Sandsteinen Mitteldeutschlands, p. 3-21, 2 pl. — F. Kinkelin : Beiträge zur Geologie der Umgegend von Frankfurt. a. M., p. 121-162, 2 pl.

Mulhouse. Bull. Soc. Industrielle. Mars 1901.

Stuttgard. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 9, 1901.

R. Burckhardt : Die Invertebraten der Elginsandsteine, p. 261-265. — M. Blanckenhorn : Nachträge zur Kenntniss des Palaeogens in Ægypten, p. 265-275. — A. v. Krafft : Ueber das Permische Alter der Otoceras-Stufe des Himalaya, p. 275-280.

Autriche-Hongrie. — *Vienne*. Sitzungsber. K. Ak. der Wiss. CVIII, 1899 ; CIX, 1-6, 1900.

CVIII : E. v. Mojsisovics : Mitth. der Erdbeben-commission der K. Akad der Wiss. in Wien. X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1899 innerholb des Beobachtungs-gebietes erfolyten Erdbeben, p. 33-228. — E Mazelle : Id. XI. Die Einrichtung der seismischen Station in Triest und die vom horizontalpendel auf gezeichneten erdbebenstörungen von Ende August 1898 bis Ende Februar 1899, p. 357-395. — F. Seild : Id. XII. Uebersicht der Laibacher Osterbeben periode für die Zeit vom 16 April 1895 bis Ende December 1898, p. 395-431. — R. Hoernes : Id. XIII. Bericht über das obersteirische Beben vom 27 November 1898, p. 443-471, 2 cartes. — R. Hoernes : Id. XIV. Bericht über die obersteirische Beben des ersten Holbjahres 1899, p. 617-687, 3 cartes. — Th. Fuchs : Der Giesshübler Sandstein und die Flyschgrenze bei Wien, p. 612-617. — A. Pelikan : Die Schalsteine des Fichtel-gebirges, aus dem Harz, von Nassau, und aus den Vogesen, p. 741-801, 2 pl — CIX, 1-6 : F. Schwab : Mitt. Erdbeben-Comm. XV. Bericht über Erdbeben beobachtungen in Kremsmünster, p. 19-71. — F. Noë : Id. XVI. Bericht über das niederösterreichische Beben vom 11 Juni 1899, p. 71-87, 1 carte. — E. Mazelle : Id. XVII. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlertschen Horizontalpendel vom 1 Mary bis Ende December 1899, p. 89-141. — K. Bogdanowitsch et C. Diener : Ein Beitrag zur Geologie der Westküste der Ochotskischen Meeres, p. 349-371, 1 pl.

— Denksch. K. Ak. der Wiss. LXVI, 3 ; LXVIII, 1900.

Uhlig : Die Geologie des Tatragebirges. II Tektonik des Tatragebirges, p. 1-89, 7 pl., 1 carte géol. — Nopesa : Dinosaurierreste aus Siebenbürgen, p. 555-596. — Abel : Untersuchungen über die fossilen Platanistiden des Wiener Beckens, p. 839-874, 4 pl.

— Abh. K. K. Geol. Reichsanstalt. XVI, 1, 1900.

E. Schellwien : Die Fauna der Trogkofelschichten in den Karnischen Alpen und den Karawanken, p. 1-122, 15 pl.

— Verh. K. K. Geol. R. Anstalt. 4-6, 1901.

4 : R.-J. Schubert : Kreide und Eocän fossilien von Ordu am Schwarzen Meere (Kleinasien). — J. Dreger : Vorläufiger Bericht über die geologische Untersuchung des Possruck und des nördlichen Theiles des Bachergebirges in Steiermark. — F. Kossmat : Geologisches aus dem Bačathale im Küstenlande. — 5 : G. Geyer : Geologische Aufnahmen im Weissenbachthale, Kreuzgraben und in der Spitzegelkelte (Oberkärnten). — K. Hinterlechner : Bemerkungen über die krystallinischen Gebiete bei Pottenstein a. d. Adler, und östlich von Reichnau-Lukawitz-Skuhrow auf dem Blatte « Reichnau und Tyništ ». — 6 : A. Kornhuber : Ueber eine neue fossile Eidechse aus den Schichten der unteren Kreideformation auf der Insel Lesina. — A. Bittner : Aus den Kalkvoralpen des Traisenthales, den Ungebungen von Lilienfeld und von St. Veit an der Gölsen.

— Jahrb. K. K. Geol. R. Anstalt. L, 2, 1900.

O.-M. Reis : *Coelacanthus Lunzensis* Teller, p. 187-193, 2 pl. — F.-E. Suess : Die Herkunft der Moldavite und verwåndter Gläser, p. 193-392, 8 pl.

Espagne. — *Madrid*. R. Ac. de Ciencias Memorias. XIX, 1893-1900.

— Boll. Soc. Esp. de H. N. 1, 3. 4, 1901.

H. Jimeno : Noticias históricas sobre algunos terremotos acaecidos en España, p. 175-184.

États-Unis. — *New-Haven*. The Amer. Journ. of Sc. (4), XI, 65, 1901.

J.-L. Wortman : Studies of Eocene Mammalia in the Morsh Collection, Peabody Museum, p. 333-349.

New-York. Science. XIII, 331, 332.

Grande Bretagne. — *Londres*. Quaterly Journ. Geol. Soc. LVII, 2, 1901.

A.-K. Coomára-Swámy : On the occurrence of Corundum as a Contact-mineral at Pont Paul (Finistère), p. 185-189. — R.-D. Oldham : On the origin of the Dunemail Raise (Lake District), p. 189-198. — J Parkinson : On the geology of South Central Ceylan, p. 198-211. — J. Parkinson : On the Hollow Spherulites of the Yellowstone and Great Britain, p. 211-226, 1 pl. — B.-N. Peach, W. Gunn et E.-T. Newton : On mesozoic fossiliferous rocks from a Tertiary volcanic Vent in Arran, p. 226 244. 1 pl. — G.-F. Wright : On recent geological changes in northern and Central Asia, p. 244-251. — W. Gibson : On the character of the Upper Coal-Measures of North Staffordshire, p. 251-266.

— The Geol. Magazine. (4), VIII, 4, 1901.

H. Woodward : On Pyrgoma cretacea, from the Upper Chalk, p. 145-152, 1 pl. — H. Woodward : Note on some Carboniferous trilobites, p. 152-154, 1 pl. — T. Barron et W. Hume : Notes on the Geology of the eastern desert of Egypt, p. 154-161. — T.-G. Bonney : Schists in the Lepontine Alps, p. 161-167. — H. Pearson : Oscillations in the Sea-level, p. 167-174, 1 pl.

— R. Soc. Proc. LXVIII, 444, 1901.

Italie. — *Rome*. Boll. Soc. Geol. It. XIX, 1900.

G. Bonarelli : Ricerche analitiche sopra una roccia sedimentaria di Lombardia, p. 1-10. — A. Neviani : Revisione generale dei Briozoi fossili italiani, p. 10-26. — I. Cocchi : Osservazioni sui denti incisivi dell' elefante africano, p. 26-36. — P. Peola : Flora tongriana di Pavone d'Alessandria, p. 36-62. — L. Seguenza : Nuovo lembo del Lias superiore nel Messinese, p. 62-65. — A. Portis : Osservazioni stratigrafiche a proposito di alcune lave della vicinanze di Roma, p. 65-111. — L. Colomba : Ricerche microscopiche e chimiche su alcune quartziti di Oulx (alta valle della Dora Riparia) e su alcune roccie associate, p. 111-132. — C. Fornansini : Le Polimorfine e le Uvigerine fossili d'Italia, p. 132-173. — C. Airaghi : Di alcuni conoclipeidi, p. 173-179. — A. Portis : Di una formazione stagnale presso bi Basilica Ostiense di Roma e degli avanzi fossili vertebrati in essa rinvenuti, p. 179-240. — A. Verri e G. de Angelis d'Ossat : II° Contributo allo studio del Miocene nell' Umbria, p. 240-281. — G. de Stefano : Gli avanzi fossili dei Misticeti di Calabria, p. 281-295. — C. de Stefani : Le acque atmosferiche nelle fumarole a proposito di Vulcano e di Stromboli, p. 295-321. — P.-E. Vinassa de Regny : Rocce e fossili dei dintorni di Grizzana e di Lagàro nel Bolognese, p. 321-349, 1 carte, 2 pl. — A. Neviani : Briozoi terziari e posterziari della Toscana, p. 349-376. — A. Verri : Sulla trivellazione di Capo di Bove, p. 376-381. — B. Nelli : Fossili miocenici

dell' Appennino Aquilano, p. 381-419, 1 pl. — D. Pantanelli : Storia geologi dell' Arno, p. 419-437. — T. Taramelli : Osservazioni stratigrafiche a proposi delle fonti di S. Pellegrino in Provincia di Bergamo, p. 437-443. — L. Seguenz I vertebrati fossili della Provincia di Messina. I. Pisci, p. 443-521. — L Colomb Sul deposito d'una fumarola silicea alla Fossa delle Roche rosse (Lipari p. 521-535. — P. Peola : Flora dell' Eocene Piemontese, p 535-549. — G. Ale sandri : Sopra alcuni fossili Aquitaniani dei dintorni di Acqui, p. 549-555. - D. del Campana : I cefalopodi del Medolo di Valtrompia, p. 555-645, 2 pl. - A. Neviani : Supplemento alla fauna a Radiolari delle roccie mesozoiche d Bolognese, p. 645-672, 2 pl. — P. Franco, E. Friedlander : Contribuzione all geologia delle isole Pontine, p. 672-677. — G. Ristori : Le formazioni ofiolitich del Poggio dei Leccioni (Serrazzano) ed il filone fra Gabbro-rosso e Serpentin presso il torrente Sancherino, p. 677-694. — A. Stella : Sulla presenza fossili microscopici nelle roccie a Solfo della formazione Gessoso-Solfifer italiana, p. 694-699. — G. Trabucco : Fossili, stratigrafia ed età dei terreni d Casentino, p. 699-722, 2 pl. — E. Clerici : Sulle sabbie di Bravetta presso Rom p 722-727.

— Atti R. Ac. dei Lincei. C. X, 8, 1901.

Agemennone : Il micrasismometrografo a tre componenti, p. 291-299.

Suisse. — *Lausanne*. Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. (4), XXXVI 138-139, 1901.

Th. Biller : Etude préliminaire sur le modelé glaciaire et le paysage drun linique dans la plaine vaudoise, p. 213-221.

Zürich. — Naturforsch Ges. Vierteljahrssch. XLV, 1900.

A. Heim : Geol. Nachlese, n° 12. Gneiss fältelung in alpinem Centralmassi ein Beitrag zur Kenntniss der Stanungs metamorphose, p. 205-227, 2 pl. — C Allenpach : Dünschliffe von gefälteten Röthidolomit-Quartenschiefer am Pi Urlaun, p. 227-238.

Séance du 3 Juin 1901

1° Non périodiques

Guède (*H.*). La Géologie. 1 vol. in-12, 724 p., 151 fig. dans le text Paris, 1901 (de la Bibliothèque des Sc. contemporaines).

Jack (*R.-L.*) et *Etheridge* (*R.-E.*) junior. The Geology an Palæontologie of Queensland and New-Guinea. Texte : 768 p. ; plan ches et cartes : 68 p. ; carte géol. au 1/1.013.760° ; in-4° carré, Brisbane (Queen sland, Australie), 1892 (Don de M. *L. Carez*).

Kemna (*Ad.*). L'enquête sur les Eaux de Paris (1899-1901). Expos analytique. Ex. B. S. belge de géol. P. V. 16 avril 1901, p. 226-248. Bruxelle 1901.

Rutot (*A.*). La Géologie et la Paléontologie à l'E. I. de Bruxelles Ex. Id. (1898-1900), tirage à part, ensemble : 80 p.

Van den Brœck (*E.*). A propos de la présentation par M. *P. Choffat* d'une étude régionale sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique. Quelques mots concernant les récentes déclarations de M. *Lamplugh* au sujet de l'âge du Wealdien. Ex. Id. Id., p. 190-209.

— (Observations de M. —), concernant le « Boulant », faites au cours de la discussion ayant suivi l'exposé de M. *Kemna*, présenté à la séance du 5 mars 1901 (de la Soc. belge de Géol.), au sujet de la controverse des Ingénieurs américains sur les Sables boulants. Ex. Id. Id., p. 149-154.

— La section des Sciences et sa classe de Géologie à Bruxelles (Exposition internationale de 1897).

2° Périodiques

France. — *Lille*. Soc. Géol. du N. Ann. XXX, 1, 1901.

Leriche : Description de deux Unios nouveaux de l'Eocène inf., p. 2-7. — Gosselet : Plis dans la craie du nord du bassin de Paris, révélés par l'exploitation des phosphates, p. 7-13. — Desailly : Note sur les bancs de poudingue dans le terrain houiller de Liévin, p. 13-14. — Desailly : Régime des eaux dans la concession de Liévin, p. 14-22. — Lebrun : Coupe des fondations d'une maison, rue du Sec-Arembault, à Lille, p. 24-26. — C. Barrois : Observations sur le poudingue houiller de Nœux (Pas-de-Calais), p. 26-36. — C. Barrois : Recherches de M. Lindström sur les organes visuels des Trilobites, p. 36-37. — X. Stainier : Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre, p. 38-41. — J. Ladrière : Etude géologique et hydrologique des environs de Jenlain, p. 41-79. — Hazard : Cartes géologico-agronomiques, propres à l'évaluation du sol, p. 79-88.

Paris. Feuille des Jeunes Naturalistes. (4), XXXI, 368, 1901.

J. Raspail : Contribution à l'étude de la Falaise de Villers-sur-Mer, p. 193-198, 2 pl.

— Le Naturaliste. 341, 1901.

— Ac. Sc. CR. CXXXII, 20, 21, 1901.

20 : L. Duparc : Sur la classification pétrographique des schistes de Casanna et des Alpes valaisannes, p. 1237-1239. — W. Kilian : Nouvelles observations sismologiques faites à Grenoble, p. 1242-1244.

— La Nature. 1460-1462. 1901.

1460 : M. Boule : Un fossile qui ressuscite, p, 388-389.

— Ann. de Géographie. X, 51, 1901.

E. Chantriot : La Thiérache, p. 216-225. — L. Gallois : Les Andes de Patagonie, p. 232-260, 1 carte, 29 phot.

Allemagne. — *Berlin*. Jahrb. K. Preussisch. Geol. Landesanstalt und Bergakademie. XX, 1899 (1900).

Mittheilungen der Mitarbeiter der K. Geol. Landesanstalt über Ergebnisse

der Aufnahmen im Jahre 1899, p. I-CV. — A. Jentzsch : Die tiefre Untergrund Königsbergs mit Beziehung auf die Wasserversorgung der Stadt, p. 1-173, 10 pl. — L. Benhausen : Zur Frage nach dem geol. Alter des *Pentamerus rhenanus* Rœmer, p. 173-180. — G. Müller : Oberer Muschelkalk auf der Schwafweide bei Lüneburg, p. 180-185. — W. Koert et C. Weber : Ueber ein neues interglaciales Torflager, p. 185-195. — A. Denckmann : Goniatiten in Obersilur des Steinhornes bei Schönau im Kellerwalde, p. 195-199. — E. Holzapfel : Beobachtungen im Unter-devon der Aachener Gegend, p. 199-227. — C. Gagel et F. Kaunhowen : Ueber ein Vorkommen von Senoner Kreide in Ostpreussen, p. 227-237. — M. Koch : Beiträger zur geologischen Kenntniss des Hartzes, p. 237-247. — E. Dathe : Zur Kenntniss des Diluviums in der Grafschaft Glotz, p. 247-266, 1 carte. — A. Jentzsch : Begleitworte zur Untergrunds Karte des nordöstlichen Deutschland, p. 266-286, 1 pl. — H. Schröder : Ein jugendlicher Schödel von *Rhinoceros antiquitatis* Blumb., p. 286-291, 1 pl. — A. Denckmann : Neue Beobachtungen aus dem Kellewalde, p. 291-337, 1 pl. — H. Stille : Die Gebirgsban des Tentoburger Waldes zwischen Altenbeken und Delmold, p. 3-43, 3 pl.

— K. Preussischen Geol. Landesanstalt Abh. 30, 1900.

L. Benshausen : Das Devon des nördlichen Oberharzes mit besonderer Berücksichtigung der Gegend zwischen Zellerfeld und Goslar, p. 1-383, 1 carte.

— Sitzungsber. K. Preussischen Ak. Wiss. 1-22, 1901.

W. Salomon : Ueber neue geologische Aufnahmen in der östlichen Hälfte der Adamellogruppe, p. 170-188. — E. Esch : Der Vulcan Etinde in Kamerun und seine Gesteine, p. 277-299. — E. Esch : Id., p. 400-417. — J. Romberg : Vorarbeiten zur geologisch-petrographishen Untersuchung des Gebietes von Predazzo (Süd-tyrol), p. 457-461. — Branco et E. Fraas : Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulcanischen Ries bei Nördlingen, p. 501-524.

Gotha. Petermanns Mitt. XLVII, 5, 1901.

A.-F. Stahl : Beobachtungen in den Kirgisensteppen, p. 107-115, 1 carte. — G. Gerland : Die erste internationale Erdbeben konferenz in Strassburg, p. 115-119.

— Ergänzungsheft. 135, 1901.

A. Supan : Die Bevölkerung der Erde. Asien und Australien samt den Südsee-Inseln, p. 1-107.

Mulhouse. Bull. Soc. Industrielle. Avril 1901.

Stuttgart. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 10, 1901.

A. Dannenberg : Die Exkursion III und XIV des internationalen geologenkongress, p. 289-299. — H. Preiswerk : Untersuchung eines Grünschiefers von Brusson (Piémont), p. 302-309. — W. Deecke : Ueber die kohlereichen gebänderten Sommablocke, p. 309-311. — A. Boltzer : Ueberschiebung im Iseogebiet, p. 311-313.

États-Unis. — *Berkeley*. Bull. Univ. California, II, 9, 1901.

J.-C. Merriam : A contribution to the Geology of the John Day Basin, p. 269-314.

Little Rock. Ann. Rep. of the Geol. Surv. of Arkansas. V, 1900.

J.-C. Branner : The Zinc and lead region of North Arkansas, p. 1-375, 38 pl. et atlas.

New-York. Science. XIII, 333, 1901

Grande-Bretagne. — *Londres*. The Geol. Magazine. (4), VIII, 6, 1901.

C.-I. Forsyth Major : On the evidence of the transference of secundary sexual characters of Mammals from males to females, p. 241-246. — F.-R. Cowper Reed : Salter's undescribed species, p. 246-249, 1 pl. — P.-J. Johnson : Sections of cretaceous rocks at Glynde and their fossils, p. 249-251. — G.-C. Crick : A. Chalk ammonite, probably *A. Ramsayanus* Sharpe, p. 251-253. — H.-W. Pearson : Oscillations in the Sea-level, p. 253-265.

— R. Soc. Proc. LXVIII, 445, 1901.

Italie. — *Florence*. Boll. delle Publicazioni It. 5, 1901.

Rome. Atti R. Ac. dei Leincei, C. X, 9, 1901.

Palazzo : Sul terremoto del 24 aprile 1901 nei pressi di Palombara Sabina, p. 351-355.

Japon. — *Tokio*. Journ. College of Sc. XV, 1.

I. Ijima : Studies on the Hexactinellida, p. 1-296, 14 pl.

République Argentine. — *Buenos-Ayres*. Communicaciones del Museo Nacional de Buenos-Ayres. I, 8, 1901.

Suisse. — *Genève*. Arch. Sc. phys et nat. (4), XI, 5, 1901.

Séance du 17 Juin 1901

1° Non périodiques

Arctowski (*H.*). A propos de la question de climat des temps glaciaires. Ex. Revue « Ciel et Terre » (16 mars 1901).

— et *Renard* (*A.-F.*). Notice préliminaire sur les sédiments marins, recueillis par l'expédition de la « *Belgica* ». Ex. Mém. publ. par Ac. R. de Belgique, 1901). Classe de sciences, 8°, 30 p., 1 carte, 7 juillet 1900. Bruxelles.

Blanckenhorn (*Max*). Neues zur Geologie und Paläontologie Ægyptens. III. Das Miocän. Ex. Zeitsch. d. D. geol. Gesell. Jahry 1901, 130 p., 2 pl., fig. dans le texte.

Dollfus (*G.-F.*). Note géol. sur les Eaux de Rouen. Lettre à M. Garnier, Ingr Expert. Ex. 4°, p. 240-256, 1 carte au 80 000e et 1 pl. de coupes (24 décembre 1900).

Gosselet (*J.*). Plis dans la Craie du nord du bassin de Paris, révélés par l'exploitation des phosphates. Ex. Ann. Soc. géol. du Nord, t. XXX, 7 janvier 1901, 8°, 13 p., fig. dans le texte. Lille, 1901.

— Note sur les sables de la plage de Dunkerque ; — et *Lancry*. Découverte d'un navire profondément enseveli dans les sables de Dunkerque. Ex. Id., t. XXIX, 11 juillet 1900, ensemble 31 p., 1 pl.

— Note d'excursions géol. sur la Feuille de Laon. Ex. Id., 16 novembre 1900, 122 p.

Kilian (*W.*). Note sur le « surcreusement » (= « Uebertiefung ») des vallées alpines. Ex. B.S.G.F., 3e série, t. XXVIII, p. 1003-1005, 17 décembre 1900.

— Le VIIIe Congrès géol. international à Grenoble et dans les Alpes françaises. 8°, 28 p. Grenoble, 1901.

— Nouvelles observations sismologiques faites à Grenoble. Ex. CR. Ac. Sc. (20 mai 1901), 4°, 3 p.

Petitclerc (*P.*). Contribution à l'étude du *Bajocien* dans le Nord de la Franche-Comté. IIIe Partie (suivi de : Note sur quelques Echinides du Bajocien de Franche-Comté, par *J. Lambert*). 8°, ensemble 274 p., 7 pl. Vesoul, 1901.

2° Périodiques

France. — *Bordeaux*. Actes Soc. linnéenne. (6), V, 1900.

J. Ivolas et A. Peyrot : Contribution à l'étude paléontologique des Faluns de la Touraine, p. 99-249, 3 pl.

Charlieu. Bull. Soc. Sc. Nat. Tarare. VI, 4, 1901.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXII, 22, 23, 1901.

22 : de Lapparent : L'érosion régressive dans la chaîne des Andes, p. 1296-1298. — A. Carnot : Sur les tellurures d'or et d'argent de la region de Kalgoorlie (Australie occidentale), p. 1298-1303. — 23 : C. Girard et F. Bordas : Analyse de quelques travertins du bassin de Vichy, p. 1423-1426. — L. Duparc et F. Pearce : Sur le gabbro à olivine de Kosswinsky-Kamen (Oural), p. 1426-1428. — de Lamothe : Sur le rôle des oscillations eustatiques du niveau de base dans la formation des systèmes de terrasses de quelques vallées, p. 1428-1431.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXIV, 3, 1901.

— Le Naturaliste. 342, 1901.

P. Fritel : Les chamacés ; leur rôle comme organismes constructeurs à l'époque secondaire, p. 125-127.

— Ann. des Mines. (9), XIX, 3, 1901.

— La Géographie. III, 6, 1901.

Ph. Glangeaud : Les volcans du Latium et de la Campagne romaine, p. 461-471.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. Mai 1901.

— Journal des Savants. Mai 1901.

— La Nature. 1463-1464.

1463 : J. Garnier : Etude géologique en Australie occidentale, p. 23-26. — 1464 : L. de Launay : Une mine de lithine en France, p. 43-44.

— L'Anthropologie. XII, 1-2, 1901.

Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale (CR. mensuels). Mai 1901.

Troyes. Mém. Soc. Acad. d'agriculture, Sc., Arts, Belles-Lettres. (3), XXXVII, 1900.

Allemagne. — *Berlin.* Zeitsch. f. Praklische. Geol. IX, 6, 1901.

P. Dahms : Ueber das Vorkommen und die Verwendung des Bernsteins, p. 201-211. — P. Krush : Die Tellurerze West australiens, p. 211-220. — W. Wolff: Die geol. Landesuntersuchungen der skandinavischen Staaten. II. Norwegen. III Schweden, p. 220-226. — P. Krusch : Die Classification der Erzlagerstätten von Kupferberg in Schlesien, p. 226-229.

— Ges. für Erdk. Verh. XXVIII, 4, 5, 1901

G. Link : Bericht über seine Reise nach Kordofan, p. 217-226, 1 pl. — G. Schott : Die Wärmeverteilung in der Tiefsee, p. 226-232. — W. Halbfass : Ergebniss seiner Seenforschung in Pommern, p. 232-240.

Stuttgard. N. Jarhle für Min. Geol. Fac. I. 3, 1901.

A. Bergeat : Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten von Campiglia Marittima (Toscana), inbesondere des Zinnstein-vorkommens dortselot, p. 135-157, 1 pl. — F. v. Huene : Kleine palaeontologische Mittheilungen. 3. Der vermuthliche Hautpanzer des Compsognathus longipes, p. 157-160, 1 pl. — A. Liebus : Ueber die Foraminiferen fauna des Bryozoenhorizontes von Priabona, p. 111-135, 1 pl.

— Centralblatt für Min. Geol. Pal. 11, 1901.

K. Martin : Reise-Ergebnisse aus den Molukken, p. 321-326. — K. Martin : Orbitoides von den Philippinen, p. 326-327. — K. Strübin : Ein Aufschluss der Opolinus-Murchisonaeschicten in Basler Tafeljura, p. 327-334. — A. Dieseldorff : Nephrit im Muttergestein und neue Nephrit fundoste auf Neu-Seeland, p. 334-344. — Steinmann : Ludwig Leiner (Nekrolog). p. 344-345.

Autriche-Hongrie. — *Budapest.* Foldtani Közlöny. XXX, 10-12, 1900 ; XXXI, 1-4, 1901.

XXX, 10-12, 1900 : J. Böckh : Kurze Mittheilungen über das zwischen Vasas und Hosszú-Hetény, im Comitate Baranya befindliche liassische Schurfterrain des Bernhard Rosenfeld in Wien, p. 289-296. — L. Erdös : Eine neue Pyrula-Species aus den jüngeren Tertiär-Schichten von Pomáz, p. 296-302, 1 pl. — E. Kiss : Ueber die geologischen Verhältnisse des Rozsnyoér Beckens, p. 302-321. — F. Nopcsa : Jura-Bildungen im Zsilthale, p. 321-322. — XXXI, 1-4, 1901 : R. v. Kövesligethy : Ueber das Alter der Erde, p. 93-114. — M. v. Pálfy : Ueber die Schichten der oberen Kreide in der Umgebung von Szászor és Sebeshely,

p. 114-121. — Fr. Schafarzik, unter Mitwirkung von Koloman Ernozt und E. Timko : Ueber den diluvialen Bohnerzführenden Thon von Szapáryfalva, p. 121-129. — H. Hornsitzky : Beiträge zur Frage des rothen Thones, p. 129-131.

Cracovie. Bull. Internat. Ac. 1-3, 1901.

P. Rudzki : Sur l'âge de la terre, p. 72-94. — J. Siemiradzki : Sur la faune des argiles plastiques de l'oolithe inférieure du royaume de Pologne, p. 159. J. Siemiradzki : Sur l'âge des calcaires rocheux dans la région de Cracovie-Wielqun, p. 159-160.

Vienne. Ann. K. K. Nat. hist. Hofmuseums. XIII, 2, 3, 4, 1898 ; XIV, 1-4, 1899 ; XV, 1-2, 1900.

XIII : Th. Linck : Der Meteorit (Chondrit) von Meuselbach, p. 103-115, 2 pl. — F. Berwerth : Neue Nephritfunde in Steiermark, p. 115-118. — E. Cohen : Meteoreisen-Studien, VIII, p. 158-159 ; IX. p. 473-486. — XIV ; E. Kittl : Die Gastropoden der Esinokalke, nebst einer Revision der Gastropoden der Marmolatakalke, p 1-237, 18 pl. — XV : E. Cohen : Meteoreisen-Studien, X, p. 74-95.

États-Unis. — *Minneapolis.* The Am. Geologist. XXVII, 4, 1901.

T.-L. Watson : The granitic rocks of Georgia and their relations hips, p. 199-225, 8 pl. — O.-H. Hershey : Metamorphic formations of N.-W. California, p 225-245. — C. Schuchert : On the Helderbergian fossils near Montreal, Canada, p. 245-253.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), XI, 66, 1901.

O. Fisher : Rival theories of Cosmogony, p. 414-423. — G.-R. Wieland : Study on some american fossil Cycads. IV. Microsporangiate fructification of Cycadoidea, p. 423-437. — J.-L. Wortmann : Studies of Eocene Mammalia in the Morsh collection, p. 437-451, 1 pl.

New-York. Science. XIII, 335, 336, 1901.

335 : C.-C. Nutting : The sea bottom ; its physical condition and its fauna, p. 841-852.

Washington. Smithsonian miscellaneous Collections.

H. Carrington Bolton : A sebet bibliography of Chemistry, 1492-1897, 1901.

— Ann. Rep. of the board of regents, Part II, 1901.

Italie. — *Rome.* Atti R. Ac. dei Lincei. C. X, 10, 1901.

Mexique. — *Mexico.* Mem. y Rev. Soc. cientifica Antonio Alzate. XV, 3-6, 1900.

3-4 : Moreno y Anda : Une expédition au Cerro de Tlaloc, p. 97-115. — 5-6 : M. Marroquin y Rivera et P.-C. Sánchez : Mémoire sur la chaîne des montagnes de l'Ajusco et le captage de ses eaux souterraines, p. 167-187.

Norwège. — *Kristiania.* Norges Geol. Undersögelse. 22-24, 1897 ; 25-28, 1898 ; 29, 1900.

22 : J.-H.-L. Vogt : Norsk marmor, p. 1-364, 5 pl., 1 carte (résumé allemand). — 23 : Amund Helland : Lofoten og Vesteraalen, p. 1-545. — 24 : C.-E. Stange-

land : Om Torvmyrer i Norge, p. 1-204, 3 cartes (sommaire en anglais). — 25 : K.-O. Bjørlykke : Geologisk Kart med beskrivelse over Kristiania by, p. 1-86, 1 carte (sommaire en anglais). — 26 : K.-O. Bjørlykke : Norges geologiske undersøgelses udstilling i Bergen 1898, p. 1-83. — 27 : J.-P. Friis : Terraenundersøgelser og Jordboringer i Størdalen, Værdalen, og Gualdalen samt i Trondlijem i 1894, 95 og 96, p. 1-71, 1 carte (sommaire en anglais). — 28 : H. Reusch : Aarborg for 1896 til 99. — Hausen : Skandinaviens stigning, p. 1-105. — Helland : Strandlinjernes fold, p. 1-30, 1 carte. — Rekstad : Løse afleiringer i øvre Foldalen, p. 1-13. — Rekstad : Om periodiske forandringer hos norske bræer, p. 1-15. — Dal : Geologiske iagttagelser om kring Vorangerf, jorden, p. 1-16 (sommaires en anglais). — 29 : J.-H.-L. Vogt : Søndre Helgeland- p. 1-178, 1 carte (résumé allemand).

Russie. — *Moscou.* Bull. Soc. I. des Nat. 1-2, 1900.

Saint-Pétersbourg. Bull. Ac. I. Sc. (5), XII, 2-5 ; XIII, 1-3, 1900.

Suisse. — *Zürich.* Mém. Soc. Pal. suisse. XXVII, 1900.

H.-G. Stehlin : Ueber die Geschichte der Suiden-Gebisses, II. 337-516, 10 pl. — E. Greppin : Description des fossiles du Bajocien supérieur des environs de Bâle (3), p. 127-210, 7 pl. — A. Bettoni : Fossili Domeriani della Provincia di Brescia, p. 1-88, 9 pl. — P. de Loriol : Etudes sur les mollusques et les brachiopodes de l'Oxfordien inférieur (Zone à *Amm. Renggeri*) du Jura lédonien, suivi d'une notice stratigraphique par M. A. Girardot, p. 1-196, 6 pl.

Séance du 4 Novembre 1901

1° Non périodiques

Abel (*O.*). Les Dauphins longirostres du « Boldérien » (Miocène supérieur). Ext. Mém. du Musée R. d'Hist. Nat. de Belgique, année 1901, t. I, 4°, 95 p., 10 pl. et fig. dans le texte. Bruxelles, 1901.

Agamennone (*G.*). Gli strumenti sismici e le perturbazioni atmosferiche. Ext. RC. R. Acc. dei Lincei. Cl. Sc. fisiche, mat. e nat., vol. IX (2), série 5, fasc. 10, 8°, p. 308-313 (18 novembre 1900). Rome, 1901.

Bernard (*Aug.*). Revue bibliog. des Travaux sur la géogr. de l'Afrique septentrionale. Ext. B. S. géogr. d'Alger, 8°, 32 p. Mai 1901.

Capellini (*G.*). *Balenottera miocenica* del Monte Titano (Rep. di S. Marino). Ext. Mém. d. R. Acc. dell' Istituto di Bologna, 4°, série V, t. IX, 26 p., 2 pl., mars 1901. Bologne, 1901.

Choffat (*P.*). Sur le Crétacique supérieur à Moçambique. Ext. CR. Ac. Sc., 4°, 3 p., 24 décembre 1900. Paris, 1901.

— Espèces nouvelles ou peu connues du Mésozoïque portugais. Ext. Journ. de Conchyliologie, vol. XLIX, 1901, 8°, p. 149-154, 1 pl. Paris, 1901.

— Le VIIIe Congrès géol. international. Ext. Communicações da Direcção dos Serviços geol., tome IV, fasc. I, 8°, p. 169-183, mai 1901 (Lisbonne).

— Dolomieu en Portugal. Ext. Id., id., p. 184-189, mai 1901.

— Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal. Ext. B. S. belge de géol., tome XV (1901). Mém., p. 111-140, 1 tableau, 8°. Bruxelles.

Congrès géologique international. CR. de la VIIIe session, en France. Fasc. I, p. 1 à 672 (Pl. I à XI); fasc. II, p. 673 à 1316 (Pl. XII à XXII), 8°. Paris, 1901.

Cossmann (*M.*). Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France (3e article). — (Précédé d'une Note stratigraphique de M. *Pellat*). Ext. CR. A. F. A. S. (Congrès de Paris, 1900), 8°, 15 p., 2 pl. photol.

— Addition à la Faune nummulitique d'Egypte. Com. faite à l'Institut égyptien. (Séance du 9 novembre 1900), 8°, 27 p., 3 pl. photol. Le Caire, 1901.

— Essais de Paléoconchologie comparée. 4e livraison, oct. 1901, 8°, 293 p., 10 pl. photol. Paris, 1901.

Cossmann (*M.*) et *Pissaro* (*G.*). Faune éocénique du Cotentin. T. I, fasc. II. Ext. B. S. géol. de Normandie, t. XX (1900), 8°, 140 p., 9 pl. photol. Le Havre, 1901.

Dewalque (*G.*). L'état actuel de la publication de la Carte géol. de Belgique. Ext. Ann. Soc. Géol. de Belgique (Bulletin), t. XXVII, 8°, 1 p., 1 pl. Liège, 1899-1900.

Duparc (*L.*). Note sur la région cuprifère de l'extrémité N.-E. de la péninsule de Kewenaw (Lac Supérieur). Ext. Arch. Sc. phys. et nat. (de Genève), t. X, 4e période, décembre 1900, 8°, 22 p. Genève, 1900.

— Recherches géol. et pétrog. sur l'Oural du Nord. Ext. Id., t. XI, (4e période), 5 p., mars-avril 1901.

— Deux mois d'exploration dans l'Oural (Rastesskaya Datcha). Ext. du « Globe » (Journal géog.), Mém., t. LX, 8°, 53 p, 1 carte.

— Sur la classification pétrographique des schistes de Casanna et des Alpes Valaisannes. Ext. CR. Ac. Sc., 4° 3 p. (20 mai 1901). Paris.

Duparc (*L.*) et *Mrazec* (*L.*). Origine de l'Epidote. Ext. Arch. Sc. phys. et nat. (de Genève), t. CVI (XI, de la 4e période), 8°, 3 p. Juin 1901.

— et *Pearce* (*F.*). Gabbros à Olivine du Kosswinsky-Kamen. — Propriétés optiques de la Mâcle de la Péricline. Ext. Id., t. XII (4e période), 8°, 7 p. Juillet 1901.

— — Sur la *Koswite*, une nouvelle Pyroxénite de l'Oural. Ext. CR. Ac. Sc., 3 p. (9 avril 1901).

— — Sur le Gabbro à Olivine du Kosswinsky-Kamen (Oural). Ext. Id., 3 p. (10 juin 1901).

Finsterwalder et *Muret* (*E.*). Les variations périodiques des Glaciers. 6e rapport, 1900. Ext. Arch. Sc. physiques et nat. (de Genève), t. XII (4e période), 1901, 8°, 27 p.

Fortin (*R.*). Notes de géol. normande. — VIII : Sur un fragment de mâchoire de *Felix Leo* Linné (race *Spelæa*), des graviers quaternaires de Saint-Aubin-Jouxte-Boulleng (Seine-Inférieure). Ext. B. S. norm. d'ét. préhist., t. VIII, 1900, 8°, p. 47-55, 1 pl. double. Louviers, 1901.

Gallois (*L.*). Les Andes de Patagonie. Ext. Ann. de Géog., t. X (1901), n° 51, du 15 mai; 8°, 28 p., 18 pl., vues panoramiques, etc., 1 carte au 1/1.500.000.

Gaudry (*A.*). Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux. Ext. de l'Anthropologie, janv.-avril 1901, 8°, 10 p., fig. dans le texte.

Guébhard (*A.*). Notes géol. sur les Feuilles des Alpes-Maritimes. Ext. B. S. G. F. (3), t. XXVII-XXVIII, savoir :

— Sur le Gypse de la Bastide-Esclapon (Var). Ext. Id. (3), t. XXVII, p. 594-601, 1 pl. dans le texte (Année 1899).

— Observations sur la carte des Alpes-Maritimes (Feuille de Nice S.-O.). Ext. Id. (3), t. XXVIII, p. 268-270 (Année 1900).

— Sur le bassin lacustre de la Roque-Esclapon (Var). Ext. Id. id., p. 323-326.

— Sur la situation stratigraphique des labradorites du S.-O. de la feuille de Nice. Ext. Id. id., p. 468-469, 1 pl. en couleur, carte.

— Les accidents frontaux de la barre de Caussols (Alp.-Mar.). Ext. Id. (3), t. XXVII, p. 253-254.

— Sur la tectonique de la Collette de Clars. Ext. Id. id., p. 256.

— Dédoublement du synclinal d'Escragnolles (Alp.-Mar.). Ext. Id. (3), t. XXVIII, p. 910-912.

— Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence. Ext. Id., id., p. 913-914.

— Les problèmes tectoniques de la commune d'Escragnolles (Alp.-Mar.). Ext. CR. A. F. A. S. (Congrès de Paris, 1900), p. 580-594, 1 pl. coloriée (carte), et fig. dans le texte.

Guébhard (*A.*) et *Laurent*. Sur quelques gisements nouveaux de végétaux tertiaires dans le S.-O. de la Provence. Ext. Id., id., p. 555-580, fig. dans le texte.

Haënke (*Tadeo*). Descripcion del Peru. 8°, 320 p., 1 portrait de l'auteur du Mémoire (*écrit en 1799*). Lima (Pérou), 1901.

Hermite (*H.*). Essai d'une explication par les causes actuelles de la partie théorique de la Géologie. 8°, 113 p. Neuchatel (Suisse), 1901.

Kerforne (*F.*). Etude sur la région silurique occidentale de la presqu'île de Crozon (Finistère). 8°, 234 p., 1 pl. (carte coloriée), coupes et fig. dans le texte.

Koenen (*A. von*). Ueber die Gliederung der norddeutschen Unteren Kreide. Ext. Nachrichten d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen (Mat.-phys. Klass), 1901, Hf. 2, 8°, 4 p.

Loewinson-Lessing (*L.*). Geol. Skizze der Besitzung Jushno-Saosersk und des Berges Deneshkin Kamen im nörd-Ural. Ext. Travaux de la Soc. des Nat. de Saint-Pétersbourg, vol. XXX, liv. 5, Section de Géol. et Min.; 8°, 89 p., 9 pl., 1 carte géol., fig. dans le texte (Texte en russe).

Loriol (*P. de*). Notes pour servir à l'étude des Echinodermes. Fasc. 9, mai 1901. Gr. 4°, 45 p., 3 pl. lith. Genève, mai 1901.

Lozinski (*Walery*). Limany i Delty. Ext. Czasopisma Polzkiego tow. Przyrodników im. Kopernika « Kosmos » (Rok 1901), 8°, 20 p., 2 pl. Lemberg, 1901.

— Die chemische Denudation, ein Chronometer der geologischen Zeitrechnung. Ext. Mitt. d. K. K. geog. Ces. in Wien, 1901, Hf. 3-4, 8°, 103 p. Vienne (Autriche), 1901.

Manouvrier (*L.*). La protection des antiques sépultures et des gisements préhistoriques. Ext. Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris, 11e année, VIII, août 1901, 8°, p. 229-250. Paris, 1901.

Monod (*G.-H.*). Contribution à l'étude géol. des provinces mérid. de la Chine. — Le Charbon. Ext. Bull. économique de l'Indo-Chine, n° 33, 1er mars 1901, 8°, p. 227-234.

— Id. Itinéraire ; Géologie ; Conclusions. Ext. Id., id., n° 38, août 1901, 19 p., 1 carte au 1/4.000.000e, 2 pl. de coupes.

Montessus de Ballore (*F. de*). Les Océans sismiques. Ext. Arch. Sc. physiques et nat. (de Genève), t. XI (4e période) avril 1901, 8°, 14 p., 1 carte. Genève, 1901.

— La Grecia sismica. Ext. B. S., sism. ital., vol. VI, 8°, 18 p., 1 pl. de cartes. Modène, 1900.

Mourgues (*F.*). Contribution à l'étude des roches éruptives du Midi de la France (région languedocienne). 8°, 129 p., 1 carte au 1/200.000e. Montpellier, 1901.

Nehring (*A.*). Ueber einen fossilen Kamel-Schädel (*Camelus Knoblochi*) von Sarepta an der Wolga. Ext. Ges. naturforchender Freunde zu Berlin, 21 mai 1901, 8°, p. 137-144. Berlin, 1901.

Omboni (*G.*). Denti di Lophiodon degli Strati Eocenici del Monte-Bolca. Ext. Atti R. Istituto Veneto di Sc., lettere ed arti; ann. 1900-1901, t. LX, part 2, 8°, p. 631-638, 2 pl. Venise, 1901.

Petermann, Cuvelier Kemma Simoens. L'étude scientifique du « Boulant » à la Soc. belge de Géol. — *Cuvelier.* Bibliographie chronologique du « Boulant », d'après les *Annales des Travaux publics* de Belgique. (1re série, 1843-1893). Ext. du Bull. de la Soc. belge de Géol. fasc. III, 8°, 47 p. Bruxelles, juin 1901.

Stefano (G. de). L'*Elephas antiquus* in Calabria e la sua contemporaneità con *Elephas meridionalis*, l'*E. primigenius* ed il *Rhinoceros Mercki*, nel Post-Pliocene dell' Italia e dell' estero. Gr. 4°, 29 p., 1 pl. double lithog. Reggio (de Calabre), 1901.

Thiot (L.). Sur la découverte d'un *Rhynchoteuthis* dans le Sénonien des environs de Beauvais. Ext. B. S. G. F. (4), I, 1901, p. 184, fig. dans le texte.

Vaffier (A.). Etude géol. et paléont. du Carboniférien inférieur du Mâconnais. Ext. Ann. de l'Université de Lyon, I (nouvelle série), fasc. 7, 8°, 166 p., 12 pl., fig. dans le texte. Paris-Lyon, 1901.

Van den Broeck (E.). La section des Sciences et sa classe de Géologie à l'Exposition internationale de Bruxelles, en 1897. — *Rutot.* La Géol. et la Paléont. à l'E. I. de Bruxelles, en 1897. Ext. B S. belge de Géol., t. X-XI, 8° (ensemble : IV + 80 p.). Bruxelles, 1898-1901.

Vidal de la Blache (P.). La végétation, les cultures, les populations sur les flancs de l'Etna. Ext. Guide de la « Revue générale des Sciences » en Sicile, pet. 8°, 24 p., fig. et phot. int. dans le texte. Paris, 1901.

Zeiller (R.). Notice sur les travaux scientifiques de M. —. Résumé général des travaux de M. —. 2 fasc., 4°. Paris, 1896-1901.

2° Périodiques

France. — *Amiens.* Bull. Soc. Linnéenne du N. de la Fr. XV, 333-335, 1901.

Béziers. Bull. Soc. d'étude des Sc. Nat. XXII, 1899 (1900).

H. Théron : Note sur le Dalmanites dévonien de Cabrières, p. 101-105. — H. Théron : Note sur les gisements de phosphate de chaux du Pic de Cabrières, Faune et Flore des Lydiennes noires, p. 105-113. — J. Miquel : Note sur la géologie des terrains tertiaires de l'Hérault : Une journée d'exploration dans la commune de Puysserguier, p. 113-119. — Cossmann : Détermination d'espèces nouvelles, p. 119-120.

Bourg. Bull. Soc. Sc. Nat. et Archéol. de l'Ain. 23, 24, 1901.

Caen. Bull. Soc. linnéenne de Normandie. (5), IV, 1900.

A. Bigot : Notice explicative de la Feuille Les Pieux, p. 147-162. — A. L. Letacq : Recherches pour servir à l'histoire des études géologiques dans le département de l'Orne jusqu'en 1870, p. 163-198.

— Mémoires. (2), IV, 3, 1900-1901.

Carcassonne. Bull. Soc. Et. Sc. de l'Aude. XI, 1900; XII, 1901.

XI : H. Astruc : Etude géologique de la région de la Minerve, p. 56-78. — XII : A. Bresson : Notes sur la géologie de l'Aude, p. 160-187. — J. Roussel : Contribution à l'étude géologique de l'Aude, p. 187-211.

Charlieu. Bull. Soc. Sc. Nat. de Tarare. VI, 6, 8, 1901.

Marseille. Ann. Mus. Hist. Nat. VI, 1901.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. Juin-août 1901.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXII, 24-25, 1901; CXXXIII, 1-17, 1901.

1 : G.-B.-M. Flamand : Sur la présence du Dévonien à *Calceola sandalina* dans le Sahara occidental, p. 62-64. — 2 : F. Parmentier : Sur la source intermittente de Vesse, près Vichy, p. 120-121 — 3 : B. Brunhes et P. David : Sur la direction d'aimantation dans les couches d'argile transformée en brique par les coulées de laves, p. 155-157. — P. Glangeaud : Formation de nappes de glace, en été, dans les volcans d'Auvergne, p. 176-178. — 6 : Collot : Goniatites carbonifères dans le Sahara, p. 349-351. — 8 : A. Thevenin : Dépôts littoraux et mouvements du sol pendant les temps secondaires dans le bas Quercy et le Rouergue occidental, p. 391-394. — A. Berthelot : Sur les origines de la source de la Loue, p. 394. — 11 : F. de Montessus de Ballore : Sur l'impossibilité de représenter par des courbes isosphygmiques, ou d'égale fréquence de séismes, la répartition de l'instabilité dans une région sismique donnée, p. 455-457. — 16 : L. Duparc et F. Pearce : Sur les roches éruptives du Tilaï-Kamen (Oural), p. 596-599. — 17 : Ch. Depéret et G. Carrière : Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen, à Robiac, près de Saint-Mamert (Gard), p. 618.

— La Nature. 1465-1483, 1901.

1465 : P. R. Joly : Phénomènes géologiques actuels sur la côte O. de Madagascar, p. 54-56. — 1467 : A. Charlon : Recherche du pétrole en France, p. 81-82. — 1468 : A. de Lapparent : Les volcans géologues, p. 99-100. — L. de Launay : Les asphaltes de Pont du Château, p. 103-106. — 1469 : C.-E. Guillaume : Encore le Furcil, p. 116. — 1472 : J. F. G. : L'industrie minière en 1900 à Madagascar, p. 166-167. — 1473 : P. Glangeaud : Formation de nappes de glace, p. 178-179. — 1475 : A. de Lapparent : La fossilisation de l'impondérable, p. 210-212. — 1481 : L. de Launay : Les mines d'argent d'Aspen au Colorado, p. 307-310.

— Service de la Carte géol. de la Fr. et des topographies souterraines. Bull. XII, 79-80, 1901.

79 : A. Delebecque : Contribution à l'étude du Système glaciaire des Vosges françaises, p. 1-15, 1 carte. — 80 : Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1900.

— Nouvelles Arch. du Muséum H. N. (4), II, 2, 1900; III, 1, 1901.

— Le Naturaliste. (2), XXIII, 343-351, 1901.

343 : E. Massat : Les glissements de montagne, p. 139-140. — 344 : P.-H. Fritel : Les Céphalopodes fossiles : Les Tétrabranches, p. 149-151. — Bougon : Causes de la période glaciaire, p. 157. — 347 : G. Pontier : Les éléphants quaternaires de la vallée de l'Aa, p. 185-188. — 348 : P.-H. Fritel : Les Cépha-

lopodes fossiles : les Dibranches, p. 197-203. — 349 : St. Meunier : Observations sur l'érosion fluviale, p. 209-210. — A. de Gregorio : A propos de l'article de M. Pontier sur les Eléphants quaternaires, p. 212. — 351 : P.-H. Fritel : Echinodermes fossiles : Les Cystidés, p. 233-237.

— Journ. des Savants. Juin-septembre 1901.

— Club alpin Fr. Bull. mensuel, 6-7, 1901.

— La Géographie. IV, 7-10, 1901.

7 : Cligny et Rambaud : Le sol du Sénégal, 1-21. — E.-A. Martel : Treizième campagne souterraine, p. 35-46. — 8 : Demars : Le plateau central du Congo français, p. 89-97.

— Feuille Jeunes Naturalistes. (4), XXXI, 369-372, 1901.

369 : J. Deprat : Etude sur les roches éruptives de la série ancienne dans le Jura franc-comtois, p. 216-221. — 370 : J. Chédeville : Guide géologique au Fayel (Oise), p. 233-241. — 372 : G.-F. Dollfus : Classification des couches tertiaires du N.-E. du bassin de Paris, p. 273-275. — G. de Angelis d'Ossat : Sur une forme singulière d'une colonie d'*Aspidiscus cristatus* Kônig, fossile dans le Système crétacique de la France, p. 276-280.

— Ann. des Mines. (9), XIX, 4-6, 1901.

4 : F. Leprince-Ringuet : Etude géologique sur le Nord de la Chine, p. 346-429, 3 pl. — R. Zeiller : Note sur la flore houillère du Chansi, p. 431-452, 1 pl. — 5 : A. Carnot : Notes sur les tellurures d'or et d'argent de la région de Kalgoorlie (Australie occid.), p. 530-540.

— Congrès national des Soc. fr. de Géog. CR. XXI, 1900 (1901).

— Bull. Muséum H. N. 1-6, 1901.

1 : P. Gaubert : Sur des échantillons de roches d'Abyssinie rapportés par M. Ch. Miquel, p 27-28. — 2 : G. Grandidier : Un nouvel édenté subfossile de Madagascar, p. 54-56. — A. Lacroix : Les calcaires à prehnite des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées, p. 94-96. — 4 : St. Meunier : Note sur une collection de roches recueillies à Madagascar, p. 198-200. — 5 : A. Lacroix : Sur les Ariégites, nouveaux types de roches éruptives, p. 238-240. — 6 : F. Geay : Sur une série de roches éruptives et métamorphiques de la Guyane, p. 291-296.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. (5), II, 1, 2, 1901.

— Revue Paléozoologie. V, 3, 1901.

— Soc. Philomathique. Bull. (9), III, 1-2, 1901.

— Journal de Conchyliologie. XLIX, 2-3, 1901.

2 : P. Choffat : Espèces nouvelles ou peu connues du Mésozoïque portugais, p. 149-154, 1 pl. — 3 : G. Dollfus et P. Dautzenberg : Nouvelle liste des Pélécypodes et des Brachiopodes fossiles du Miocène moyen du N.-O. de la France, p. 229-280.

— Ann. de Géographie. X, 52-53, 1901.

52 : E. de Martonne : Fjords, cirques, vallées alpines et lacs subalpins, p. 289-295. — M. Lugeon : Recherches sur l'origine des vallées des Alpes

occidentales, p. 295-318, 3 pl. — L. Monchicourt : Le massif de Mactar (Tunisie centrale), p. 346-370, 5 pl. — 53 : Bibliographie annuelle.

— L'Anthropologie. XII, 3, 4, 1901.

— Soc. Botanique de France. Bull. (3), VII, 9, 1900; (4), I, 1-4, 1901.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXIV, 4-6, 1901.

Saint-Étienne. Bull. Soc. Ind. Minérale. (3), XV, 2, 3, 1901.

Congrès international des mines et de la métallurgie.

— Société de l'Industrie minérale. CR. mensuels. Juin-août 1901.

Toulouse. Soc. Hist. Nat. XXXIV, 1-3, 1901.

Villefranche. Soc. Sc. Arts du Beaujolais. Bull. II, 6, 7, 1901.

Allemagne. — *Berlin*. Zeitschr. f. Praktische Geol. IX, 7-10, 1901.

7 : K.-E. Weiss : Kurze Mittheilungen über Lagerstätten im westlichen Anatolien, p. 249-263. — 8 : B. Lotti : Die geschichteten Erzlagerstätten und das Erzlager vom Cap Garonne in Frankreich, p. 281-283. — R. Zuber : Ueber die Entstehung des Flysch, p. 283-289. — J.-H.-L. Vogt : Weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titan-Eisenerzen in basischen Eruptivgesteinen, p. 289-296. — 9 : R. Beck et W. v. Fircks : Die Kupfererzlagerstätten von Rebely und Wis in Serbien, p. 321-323. — A. Klautsch : Die geologische Landesuntersuchung Spaniens und Portugals, p. 323-327. — T.-H. Vogt : Weitere Untersuchungen, etc., p. 327-342. — 10 : S. Olszewski : Ueber die Aussichten der Petroleumschürfungen im Thale des Laborecflusses bei Radvany (Obernungarn), p. 353-356. — R. Delkeskamp : Die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten und ihre Enstehung, p. 356-365. — G. Berg : Beiträge zur Kenntniss der contactmetamorphen Lagerstätte von Balia-Maaden, p. 365-367.

— Zeitsch. D. Geol. Ges. LIII, 1, 2, 1901.

1 : Pompeckj : Versteinerungen der Paradoxides-Stufe von La Cabitza in Sardinien und Bemerkungen zur Gliederung des sardischen Cambrium, p. 1-24, 1 pl. — C. Sapper : Die südlichsten Vulkane Mittel-Amerikas, p. 24-52. — M. Blanckenhorn : Neues zur Geologie und Paläontologie Ægyptens, III Das Miocän, p. 52-133, 2 pl. — O. Jaekel : Ueber die Organisation des Trilobiten, p. 133-171, 3 pl. — 2 : E. Böse : Ein Profil durch den Ostabfall der Sierra Madre Oriental von Mexico, p. 173-211, 1 pl. — J. Böhm : Ueber die Fauna der Pereiros-Schichten, p. 211-253, 3 pl. — F. Solger : Ueber ein Enstatitporphyrit führendes Gangsystem im Mittelharz, p. 253-287, 3 pl. — E. Werth : Zur Kenntniss der jüngeren Ablagerungen im tropischen Ost-Afrika, nebst einem Abhang von E. Philippi : Diagnosen, p. 287-306.

Stuttgard. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. II, 1-2, 1901 ; XIV. Beilage-Band, 2, 1901.

II, 1 : C. Diener : Mittheilungen über einige Cephalopodensuiten aus der Trias der Südalpen, p. 23-37, 1 pl. — 2 : E. Koken : Die Schlifflache und das geologische Problem im Ries, p. 67-89, 1 pl. — F v. Huene : Vorläufiger Bericht über die triassischen Dinosaurier des europäischen Continents, p. 89-

105, 2 pl. — A. Johnsen : Natronsyenite und verwandte Gesteine von Miask, p. 117-128 — XIV, 2 : G. Steinmann : Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Sudamerika. IX. A. Borchert : Die Molluskenfauna und das Alter den Paranastufe, p. 171-246, 5 pl. — J.-F. Pompeckj : Ueber Aucellen und Aucelenähnliche Formen, p. 319-368, 3 pl.

— Centralblatt für Min. Geol. Pal. 12-16, 18-19, 1901.

12 : A. Rothpletz : Antwort auf den offenen Brief des Herrn Dr Tarnuzzer, p. 353-361. — F. Plieniger : Ueber Dogger und oberen Lias in den Chiemgauer Alpen, p. 361-368. — O. Mügge : Zur Contactmetamorphose am Granit des Hennberges bei Weitisberga, p. 368-371. — 13 : A. Tornquist : Das Vorkommen von Nodosen Ceratiten auf Sardinien und über die Beziehungen der mediterraneen zu den deutschen Nodosen, p. 385-397. — 14 : J.-T. Sterzel : Die Flora des Rothliegendes von Ilfeld am Hartz, p. 417-427. — F. Drevermann : Ueber ein Vorkommen von Frankerberger Kupferletten in der Nähe von Marburg, p. 427-429. — H. Klaatsch : Zur Deutung von Helicoprion Karp., p. 429-436. — C. Diener : Ueber die systematische Stellung der Ammoniten des südalpinen Bellerophonkalkes, p. 436-441. — 15 : G. Steinmann : Das tektonische Problem der Povence, p. 449-463. — E. Philippi : Ueber die Bildungsweise der buntgefärbten klastischen Gesteine der continentalen Trias, p. 463-469 — W. Deecke : Ueber Hexagonaria v. Hag. und Goniolina Rœm., p. 469-473. — F.-A. Bather : Herrn Pr. R. Burckhardt's Beobachtungen in Elgin-Sandstein, p. 473-475. — E. Küppers : Ein Absonderungscylinder aus dem Melaphyr von Darmstadt, p. 481-482. — R.-D. Oldham : Das grosse Erdbeben in Indien am 12 Juni 1897, p. 482-489. — K. Busz : Ueber die Umwandlung von Spatheisenstein in Magneteisen durch Contakt am Basalt, p. 489-497. — A. Wollemann : Einige Bemerkungen über die Dicke der Schale der Aucella Kayserlingi Lahusen, p. 497-499. — 18 : E. Philippi : Erwiderung auf A. Tornquist's Aufsatz : Das Vorkommen von nodosen Ceratiten auf Sardinien, p. 551-558. — 19 : W. Meigen : Eine einfache Reaktion zur Unterscheidung von Aragonit und Kalkspath, p. 577-578. — J.-A. Ippen : Ueber den « rothen Schnee », p. 578-582. — E. Geinitz : Postglaciale Niveauschwankungen der mecklemburgischen Küste, p. 582-584. — K. Strübin : Ueber das Vorkommen von *Lioceras concavum* in nordschweizerischen Jura, p. 585-588. — W. Voltz : Ueber *Elephas Trogontherii* in Schlesien, p. 588-589. — J.-T. Sterzel : Weitere Beiträge zur Revision der Rothliegendflora der Gegen von Ilfeld am Harz, p. 590-598.

Australie. — *Brisbane.* Queensland Geol. Surv. Ann. progress Rep. 1900.

— Bull. n° 12, 1901.

R. Etheridge : Corals from the Coral limestome of Lion creek, Stanwell, p. 1-31, 2 pl

Melbourne. Ann. Rep. of the Secret. for Mines and Water supply 1900.

H.-S. Whitelaw : Special report on the Little Bendigo or Nerrena goldfield, Ballarate, 1901, p. 1-4, 1 pl., 1 carte.

Sydney. Mem. Geol. Surv. of New S. Wales, II, 1901.

J.-B. Jaquet : The iron ore deposits of New South Wales, p. 1-181, 28 pl., 4 cartes.

— Australian Museum special catalogue I, 1901.

Rep. of Trustees, 1899.

Autriche-Hongrie. — *Cracovie.* Bull. internat. Ac. Sc. CR. 4-6. 1901.

4 : J. Grzybowski : Les Foraminifères des couches à Inoceramus des environs de Gorlice, p. 221-226, 1 pl.

Vienne. Verein zur Verbreitung Naturw. Kentwiss. Technische Hochschule. XLI, 1900 (1901).

F. Toula : Die geologische Geschichte des schwarzen Meeres, p. 1-53.

— Beiträge zur Pal. und Geol. Oesterreichs Ungarns und des Orients. XIII, 4, 1901.

Oppenheim : Ueber einige alttertiäre Faunen der österr. ungarn. Monarchie II, p. 185-277, 9 pl. — Abel : Ueber die Hautpanzerung fossiles Zahnwales, p. 297-317, 2 pl.

— Berg und Hüttenmännisches Jahrb. XLIX, 1-3, 1901.

1 : E. Windaskiewicz : Die Erdölindustrie in Oesterreich-Ungarn, p. 17-104, 2 pl.

— Verh. K. K. Geol. R. Anstalt. 7-10, 1901.

7 : Th. Fuchs : Ueber Daemonhelix Krameri Ammon, p. 171-172. — K. Hinterlechner : Granitit als Einschluss im Nephelin-Tephrite des Kunětitzer Berges bei Pardubitz in Böhmen, p. 173-176. — 8 : M. Vacek : Zur Geologie der Radstädler Tauern, p. 191-213. — K. Hinterlechner : Vorläufige petrographische Bemerkungen über Gesteine des westböhmischen Cambriums, p. 213-224. — 9 : J.-V. Želigko : Einige neue Beiträge zur Kenntniss der Fauna des mittelböhmischen Untersilurs, p. 225-233. — 10 : J. Knett : Vorläufige Mittheilung über die Fortsetzung der « Wiener Thermenlinie » nach Nord, p. 245-248. — F. v. Kerner : Mittheilung über Reisen in Staate São-Paulo, p. 248-250.

— Mitt. der Prähistorischen Commission der K. Ak. Wiss. I, 5, 1901.

— Jahrb. K. K. Geol. R. Anstalt. L, 3-4, 1901.

3 : C. Diener : Einige Bemerkungen über die stratigraphische Stellung der Krimmler Schichten und über den Tauerngraben im Oberpinzgau, p. 383-395. — O. v. Huber : Beitrag zu einer geologischen Karte des Fleimser Eruptivgebietes, p. 395-409, 1 pl. — K.-A. Redtlich : Das Alter der Kohlenablagerungen östlich und westlich von Rötschach in Südsteiermark, p. 409-419 -- F. Martin : Untersuchung der Aufschlüsse der Bahnstrecke Karlsbad-Marienbad sowie der angrenzenden Gebiete, p. 419-469, 1 pl. — K. Hinterlechner : Ueber Basaltgesteine aus Ostböhmen, p. 469-527, 1 pl. — E. Tietze : Zur Erinnerung an C.-M. Paul, p. 527-558. — 4 : A. Bittner : Ueber Pseudomonotis Telleri und verwandte Arten der unteren Trias, p. 559-593, 3 pl. — K. Hinterlechner : Beiträge zur Kenntniss der geologischen Verhältnisse Ostböhmen. I Der Granitmassiv und die Dislocation von Pottenstein a. d. Adler, p. 593-615. — E.-F. Suess : Der Granulitzug von Borry in Mähren, p. 615-649, 1 pl. — R.-J. Schubert : Bemerkungen über einige Foraminiferen

der ostgalizischen Oberkreide, p. 649-663, 1 pl. — C.-V. John et C.-F. Eichleiter : Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. geol. R. Anstalt, 1898-1900, p. 663-695. — F.-W. Voit : Geognostische Schilderung der Lagerstätten Verhaltnisse von Dobschau in Ungarn, p. 695-727, 1 pl.

— Geol. Karte der Oesterreich Ungarn Monarchie. N°s 71 et 121.

Belgique. — *Bruxelles*. Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydrologie. (2), I, 5, 1897 (1901) ; V, 2-4, 1901.

I, 5 : A. Rutot : La Géologie et la Paléontologie à l'Exposition de Bruxelles en 1897, p. 205-242. — E. van den Broeck : Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires, p. 378-554. — V, 2-4 : C. Moulan : Note sur l'utilisation des eaux du Dévonien quartzo-schisteux, p. 99-108. — P. Choffat : Sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal, p. 113-141. — D. Levat : Conférence sur les mines d'or et les placers, 141-161. — O. van Ertborn : Matériaux destinés à l'établissement de la topographie souterraine du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise, p. 161-175. — O. van Ertborn : Allure générale du Crétacique dans le N. de la Belgique, p. 175-200.

— Ac. R. des Sc., Lettres et Beaux-Arts. Bull. 1899, 1900.

— Mémoires. LVII, 1898-99 ; LVIII, 1899-1901.

— Ann. S. R. Malacologique. XXXI, 2, 1896 (1899) ; XXXIII, 1898 (1899) ; XXXIV, 1899 (1900).

XXXI, 2 : M. Cossmann : Appendice n° 2 au Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris, p. 3-49, 3 pl.

Liège. Ann. Soc. Géol. de Belgique. XXVIII, 2, 1901.

P. Fourmarier : Le bassin dévonien et carboniférien de Theux, p. 33-55, 1 pl. — H. Forir : Hypothèse sur l'origine de la structure des bassins primaires belges, p. 55-61. — H. Forir et D. Destinez : Contribution à la détermination de l'âge du massif carboniférien de Visé, p. 61-69. — P. Fourmarier : Le bassin dévonien et carboniférien de Theux, p. 75-93.

États-Unis. — *Albany*. Bull. of Buffalo Soc. of N. Sc., VII, 1, 1901.

A.-W. Graban : Guide to the Geology and Palaeontology of Niagara Falls and vicinity, p. 1-284, 18 pl., 1 carte.

Baltimore. Maryland Geol. Survey. Eocène. 1901.

W. Bullock Clark et G. Curtis Martin : The eocene deposits of Maryland, p. 19-93, 9 pl. — Systematic palaeontology, Eocène, p. 93-259, 54 pl.

Chicago. Journal of Geology. IX, 3-6, 1901.

3 : C.-S. Prosser : The classification of the Waverly series of central Ohio, p. 205-232. — E.-R. Cumings : The use of Bedford as a formational name, p. 232-234. — C.-G. Siebenthal : On the use of the term « Bedford limestone », p. 234-236. — H.-C. Nichols : Nitrates in cave-earths, p. 236-244. — C.-R. Reyes : Derivation of the terrestiral spheroid from the rhombic dodecaedron, p. 244-250. — H. Fielding Reid : The variations of glaciers, VI, p. 250-255. — J. Perrin-Smith et St. Weller : Prodromites, a new ammonite genus from the lower Carboniferous, p. 255-267. — 4 : A.-P. Coleman : Glacial and inter-

glacial beds near Toronto, p. 285-311. — M.-L. Fuller : Probable representatives of Pre-Wisconsin till in southeastern Massachusetts, p. 311-330. — E. Hoit-Nutter : Sketch of the geology of the Salinas valley, California, p. 330-337. — C.-N. Gould : Notes on the fossils from the Kansas-Oklahoma Red-beds, p. 337-341. — A.-H. Purdue : Illustrated note on a miniature overthrust fault and anticline, p. 341-343. — W.-T. Lee : The Morrison formation of southeastern Colorado, p. 343-353. — 5 : T.-C. Chamberlin : On a possible function of disruptive approach in the formation of Meteorites, p. 369 393. — O.-C. Farrington : The constituents of Meteorites, p. 393-409. — C.-S. Prosser : The paleozoic formations of Alleghany County, Maryland, p. 409-430. — H -C. Biddle : The deposition of copper by solution in ferrous salts, p. 430-437. — J -I Campbell : Evidence of a local subsidence in the interior, p. 437-439. — 6 : W.-H. Hobbs : The river system of Connecticut, p. 469-486. — C.-R. Keys : Composite genesis of the Arkansas valley through the Ozark Highlands, p. 486-491. — C.-A. Davis : A 2e contribution to natural history of marl, p. 491-507. — H.-W Turner : Perknite (lime-magnesia rocks), p. 507-512. — J. Perrin Smith : The border-line between paleozoic and mesozoic in western America, p. 512 522. — O.-C. Farrington : The constituents of meteorites, II, p. 522-533.

Cambridge. Museum of comparative Zool. at Harvard College. XXXVI, 7-8, 1901 ; XXXVII, 3, 1901.

Denver. Bull. Colorado Sc. Soc. VII, 23-40, 1901.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXVII, 5-6 ; XXVIII, 1, 1901.

XXVII, 5 : J.-B. Woodworth : Original micaceous cross-banding of strata by current action, p. 281-284. — E.-W. Hilgand : A historical outline of the geological and agricultural Survey of the State of Mississipi, p. 284-311. — 6 : J.-O. Martin : The Ontario coast between Fairhaven and Sodus bay, p. 331-335, 2 pl. — P. Frazer : The 8e session of the international Congress of geologists, p. 335-343. — R.-R. Rowley : Two new genera and some new species of fossils from the Upper Paleozoic rocks of Missouri, p. 343-363, 1 pl. — C.-R. Keyes : Ore formation on the hypothesis of concentration through surface decomposition, p. 355-363. — S. Calvin : Concerning the occurence of gold and some other mineral products in Iowa, p. 363-372. — XXVIII, 1 : H.-L Fairchild : Beach structures in the Medina sandstone, p. 9-14, 6 pl. — A.-B. Willmott : The Michipicoten Huronian area, p. 14-20, 1 pl. — O.-H. Hershey : The age of the Kansas drift sheet, p. 20 25. — T.-L Watson : The Georgia Bauxite deposits : their chemical composition and genesis, p. 25-46. — J. W Beede : The age of the Kansas-Oklahoma Red-beds, p. 46. — T -C. Hopkins : A short discussion of the origin of the Coal Measures fire-clays. p. 47-51. — C.-R. Keyes : Nomenclature of the Cambrian formations of the St.-François Mountains, p. 51-53.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), XII, 67-70, 1901.

67 : W.-H. Weed et L.-V. Pirsoon : Geology of the Shonkin Sag and Palisade Butte Laccoliths in the Highwoods Mountains of Montana, p. 1-18. — 68 : J.-L. Wortman : Studies on Eocene Mammalia in the Marsh collection, p. 143-155. — 69 : Id., p. 193-207. — 70 : Id., p. 281-297, 4 pl. — E. Wood : Crinoid from the Hamilton of Charlestown, Indiana, p. 297-301. 1 pl. — C.-R. Keyes : Time value of provincial carboniferous terranes, p. 305-310.

New-York. Science. XIII, 337-355, 1901.

345 : J.-S. Kingsley : The origin of the Mammals, p. 193-205. — W. Harmon-Norton : The relation of the Physical Geography to other Science subjects, p. 205-210. — Fraas : On the aqueous vs. aeolian deposition of the White River Oligocene of S. Dakota, p. 210-212.

— Ac. of Sc. Mem., II, 2, 1901 ; Ann. XIII, 2-3, 1901.

II, 2 : Bashford-Dean : On two new Arthrodises from the Cleveland shale of Ohio, p. 87-100, 5 pl. — Id. : On the Characters of Mylostoma Newberry, p. 101-109, 2 pl. — Id. : Further notes on the relationships of the Arthrognathi, p. 110-123. — XIII. 2-3 : F.-B. Peck : Preliminary notes on the occurence of Serpentine and Talc at Easton, Penna, p. 419-430, 1 pl.

— Am. Mus. of H. N. Mem. I, 6, 1901.

Annual Report for the year 1900.

— Mus. of Brooklyn Inst. of Arts and Sc. — Sc. Bull. I, 1, 1901.

Philadelphie. Proc. of the Ann. Philos. Soc. XXXIX, 163, 1900 ; XL, 165, 1901.

— Transactions, XX, 2, 1901.

— Proc. Ac. of N. S., LIII, 1, 1901.

H.-A. Pilsbry : Crustacea of the Cretaceous formation of New-Jersey, p. 111-119, 1 pl.

Rochester. Bull. Geol. Soc. of America. Index to vol. I to X, 1900.

— Proc. Rochester Ac. of Sc. IV, p. 1-64, 1901.

Saint-Paul. Geol. and N. H. Surv. of Minnesota. VI, 1901.

N.-H. Winchel : Geological atlas with synoptical descriptions, 88 cartes en couleur.

Washington. Smithsonian miscellaneous Collections. 1258, 1901.

— Rep. of U. S. Board on Geographic Names.

2e report 1890-1899 (1901); Special report relating to Philippine Islands, 1901.

— Philos. Soc. Bull. XIII, 1895-1899; XIV, 1900-1901.

— Ann. rep. of the Smithsonian Inst. (for the year ending june 30, 1899), 1901, 2 vol.

— U. S. Geol. Surv. Monographs. XXXIX, XL, 1900.

XXXIX : T. Wayland-Vaughan : The Eocene and lower Oligocene corals faunas of the U. S. with descriptions of a few doubtfulty cretaceous species, p. 1-205, 24 pl. — XL : S. Hubbard-Scudder : Adephagous and Clavicorn Coleoptera from the Tertiary deposits at Florissant, Colorado, p. 1-117, 11 pl.

— U. S. Geol. Surv. Ann. Rep. 20th 1898-99 (1900) ; Parts II, III, IV, V, VII.

Part II : General geology and paleontology. — G.-F. Becker : Brief memorandum on the geology of the Philippine Islands, p. 1-9. — T.-N. Dale : A

study of Bird Mountain, Vermont, p. 9-25, 2 pl. — G.-H. Girty : Devon fossils from southestern Colorado : The fauna of the Ouray formati p. 25-83, 5 pl. — I.-C. Russel : A preliminary paper on the geology of Cascade Mountains, in northern Washington, p. 83-211, 13 pl. — L.-F. Wa Status of the Mesozoic floras of the U. S., p. 211-749, 158 pl. — D. Whi The stratigraphic succession of the fossile floras of the Pottsville format in the southern anthracite coal field, Pensylvania, p. 749-918, 14 pl. Part III : Precious-metal mining districts, p. 1-581, 77 pl. — Part IV : Hyd graphy, p. 1-637, 63 pl. — Part V : Forest reserves, p. 1-478, 159 pl. et 1 atl — Part VII : Explorations in Alaska in 1898, p. 1-494, 38 pl., 25 cartes dan texte, et 5 hors texte.

— U. S. Geol. Surv. Bulletin nos 163-176, 1900.

163 : Knowlton : Flora of the Montana formation, p. 1-77, 19 pl. — 16 Vaughan : Reconnaissance in the Rio-Grande coal fields of Texas, p. 1-11 pl. — 165 : Williams and Gregory : Contributions to the geology Maine, p. 1-203, 14 pl. — 166 : Gannett : A gazetteer of Utah, 1-43, 1 carte. 167 : Clarke : Contributions to chemistry and mineralogy from the laborato of U. S. G. S., p. 1-160. — 168 : Clarke : Analyses of rocks, laboratory of U. G. S., p. 1-304. — 169 : Gannett : Altitudes in Alaska, p. 1-13. — 170 : Good Survey of the boundary line between Idaho and Montana, from the intern tional boundary to the crest of the Bitterroot Mountains, p. 1-65, 14 pl. 171 : Gannett : Boundaries of U. S. States and Territories, p. 1-137 — 17 Weeks : Bibliography and index of North american Geology, Palaeontolog Petrology and Mineralogy for 1899, p. 1-141. — 173 : Nickles and Bassle Synopsis of American Bryozoa, p. 1-663. — 174 : Baker : Survey of N.-boundary of the U.-S., p. 1-76. — 175 : Fitch : Triangulation and spirit leveli in Indian territory, p. 1-135. — 176 : Hillebrand : Some principles and metho of rock analysis, p. 1-110.

— U. S. Geol. Surv.

F.-C. Schrader et A.-H. Brooks : Preliminary report on the Cape Nam gold region (Alaska), p. 1-56, 19 pl., 3 cartes.

Grande-Bretagne. — *Dublin.* Trans. R. Irish Ac. XXX 9-11, 1900.

11 : Grenville A.-J. Cole : On metamorphic rocks in eastern Tyrone a southern Donegal, p. 431-470, 2 pl.

Edimbourg. Proc. R. Phys. Soc. 1899-1900 (1901).

D. Heyburn : Notes on a Collection of mammalian and other fragmenta bones obtained from Smoo Cave, Durness, Sutherlandshire, p. 314-319.

Liverpool. Geol. Soc. Proc. Session 41th 1899-1900; VIII, (4), 190

VIII (4) : W.-A. Herdman : The geological succession of morphological Idea (President's address), p. 429-451. — J.-J. Fitzpatrick : Recent discovery Pebbles of argentiferous copper in Mexico, p. 451-454. — E. Dickson : Not on glacial and post-glacial deposits near Southport, p. 454-463. — T.-M. Rea et P. Holland : The Phyllades of the Ardennes compared with the Slate N. Wales, p. 463-479, 1 pl. — J. Smith : The Drift Beds and Boulders of t Louther and neighbouring Hills and Valleys, p. 483-497.

Londres. Geol. Surv. England and Wales Mem.

W. Whitaker : Guide to the geology of London and the neighborhood, p. 1-94, 1901.

— Proc. Geol. Association, XVII, 2, 1901.

H.-W. Whitaker : Twelve years of London geology, p. 81-110.

— Quarterly Journ. Geol. Soc. LVII, 3 (227), 1901.

LVII, 3 : C.-L. Morgan et S.-H. Reynolds : On the igneous rocks and associated sedimentaries of the Tortworth Inlier, p. 267-585, 2 pl. — R.-A. Bullen : On a well-section at Dallinghoo (Suffolk), p. 285-289. — R. Lydekker : On Pantholops hundesiensis, p. 289-293. — H.-W. Monckton : On Landslips in Boulder-clay near Scarborough, p. 293-297. — A. Strahan : On the passage of a seam of coal into a seam of dolomite, p. 297-307. — I.-B.-J. Sollas : On the Rhaetic plant : Naiadita, p. 307-313, 1 pl. — J.-B. Hill : On the Crush-conglomerates of Argyllshire, p. 313-328. — G. Barrow : On silurian (?) rocks in Forfarshire and Kincardineshire along the Highland Border, p. 328-346. — B. Thomson : On the use of a geological datum, p. 346. — Wheelton Hind et J.-A. Howe : On the Pendleside group at Pendle hill, p. 347-405, 1 pl. — F.-W. Harmer : On the influence of the winds upon climate during the Pleistocene epoch, p. 405-479. — J.-R. Kilroe et A. Mc Henry : On intrusive, tuff-like, igneous rocks and breccias in Ireland, p. 479-489.

— R. Soc. Proc. LXVIII, 446-450, 1901.

448 : A.-C. Seward : On the structure and affinities of Dipteris, with notes on the geological history of the Dipteridinae, p. 373-374.

— The Geol. Magazine. (4), VIII, 7-10, 1901.

7 : Eminent living geologists : Pr. C. Lapworth (portrait), p. 289-304. — H.-S. Jevons : A systematic nomenclature for igneous rocks, p. 304-316. — C.-A. Mc Mahon : Notes on the Tourmaline of the White granit of Dartmoor, p. 316-319. — A. Straham : Abnormal section of chloritic marl at Mupe Bay, Dorset, p. 319-321. — 8 : H. Howorth : The earliest traces of Man, p. 337-344. — J. Joly : The circulation of salt and geological time, p. 344-350. — T. Rupert-Jones : On the Enon conglomerate and its fossil Estheriae, p. 350-354. — C.-I. Forsyth Major : Reported occurence of the Camel and Nilghai in the Upper Miocene of Samos, p. 354-355. — F.-K. Cowper Reed : Salter's undescribed species, p. 355-358, 1 pl. — C. Davison : On the british earthquakes of 1900, p. 358-362. — Malcolm Fergusson : Geological notes from Tanganyika Northwards, p. 362-370. — 9 : Eminent living geologists : Pr. I.-G. Bonney (Portrait), p. 385-400. — C.-W. Andrews : Preliminary note on recently-discovered extinct vertebrates from Egypt, p. 400-409. — H. Woodward : On Pleurotoma prisca Sobr. from Barton, Hants., p. 409-411. — T.-G. Bonney : On the Limburgite from near Sasbach, p. 411-417. — T. Mellard Reade : An other section of Keuper Marl at Great Crosby, p. 417. — 10 : T. Rupert-Jones : Some carboniferous shales from Siberia, p. 433-436, 1 pl. — C.-W. Andrews : Recently discovered extinct Vertebrates from Egypt, p. 436-445. — W. Ackroyd : On the circulation of salt in its relations to geology, p 445-449. — R.-D. Oldham : The periodicity of Earthquakes, p. 449-452.

— Geological literature added to the Geol. Society's library, during the year ended December 31st 1900 (1901).

Manchester. Trans. Geol. Soc. XXVII, 3-7, 1901.

3 : J. Bernes et W.-F. Holroyd : On the origine of the pebbles occurin a conglomerate found in the Carboniferous limestone near Windy Kn Castleton, p. 82-95. — 6 : W. Baldwin : On Prestwichia rotundata foun Sparths Bottoms, Rochdale, p. 149-154.

Newcastle. Trans. of the N. England Inst. of Mining a Mechanical Engineers. L, 2-5, 1901.

Indes Anglaises. — *Calcutta*. Mem. Geol. Surv. of Ind XXX, 2, 1900; XXXI, 1, 1901.

XXX, 2 : T.-H. Holland : Geology of the neighbourhood of Salem, Mad Presidency, p. 107-161, 2 pl. — XXXI, 1 : R.-D. Oldham, P.-N. Datta, E. V denburg : Geology of the Son Valley in the Rewah State and of parts of adjoining districts of Jabalpur and Mirzapur, p. 1-178, 1 carte, 2 pl. -- C. Griesbach : Gen. Rep. of the work for 1 april 1900 to 31 march 1901, p. 1-

— Palaeontologia indica. (9), III, 1, 1900; (New series), I, 3, 19

III, 1 : F.-L. Kitchin : Jurassic fauna of Cutch ; the Brachiopoda, p. 1-87, 15 — I, 3 : F. Noetling : Fauna of the Miocene beds of Burma, p. 1-378, 25 pl

Italie. — *Florence*. Boll. delle Publicazioni It. 6-9, 1901.

— Atti Soc. Toscana di Sc. Nat. Processi verbali, mars-mai 19

Milan. Atti Soc. It. Sc. Nat. XL, 1-3, 1901.

E. Mariani : Su alcuni fossili del Trias medio dei dintorni di Porto Valt vaglia e sulla fauna della dolomia del monte San-Salvatore presso Luga p. 39-65. — Italo Chelussi : Alcuni cenni sul Pliocene dei dintorni di La donia, p. 65-79. — Italo Chelussi : Alcuni fenomeni carsici e glaciali d Apennino Aquilano, p. 95-111.

— Memorie. VI, 3, 1901.

Modène. Boll. Soc. Sismologica. VI, 9, 1900; VII, 1-3. 1901.

VI, 9 : R.-V. Matteucci : Sul periodo di forté attività explosiva offerto mesi di aprile-maggio 1900 dal Vesuvio, p. 277-310. — VII, 1 : Tito Alipi mist-poeffers calabresi, p. 9-23. — E. Oddone : La prima Conferenza inter zionale di Sismologia a Strassburg, p. 48-60. — 2 : A. Riccò et L. Franc Stabilità del suolo all' Osservatorio Etneo, p. 61-70. — G. Agamennone microsismometrografo a tre componenti, p. 70-82. — S. Arcidiacono : Pri poli fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia e nelle isole adiacenti dura l'anno 1900, p. 82-92. — G. Grablowitz : Nuovo modello di mareografo, p. 96 — 3 : G. Mercalli : Notizie vesuviane, p. 97-114. — A. Riccò : Crat centrale dell' Etna, p. 124-136, 3 pl.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. C. X (1er semestre), 11-12, 19 X (2e semestre, 1-7), 1901.

1 : Ricci : L'*Elephas primigenius* della Dobrogea, p. 14-18. — Rosa Studio microscopico e chimico delle rocce vulcanische dei dintorni di Vizz (Sicilia), p. 18-23. — 4 : Ricci : L'*Elephas Trongotherii* Pohlig di Montecat in Val di Nievole, p. 93-99. — 6 : Artini : Di una nuova specie miner trovata nel granito di Baveno, p. 139-145.

— Boll. R. Comitato Geol. It. (4), II, 1, 2, 1901.

1 : D. Zaccagna : Alcune osservazioni negli ultimi lavori geologici intorno alle Alpi Occidentali, p. 4-74. — V. Novarese : L'origine dei giacimenti metalliferi di Brozzo e Traversella in Piemonte, p. 75-93. — 2 : D. Zaccagna : Alcune, etc., p. 129-150. — B. Lotti : Ancora sul' età della formazione marnoso-arenacea fossilifera dell' Umbria superiore, p. 151-153. — M. Casetti : Dalla valle del Liri a quelle del Giovenco e del Sagittorio, p. 164-178.

Turin. Mém. R. Ac. Sc. (2), L, 1901.

C.-F. Parona : Sopra alcune rudiste senoniane dell' Apennino meridionale, p. 1-25, 2 pl. — C.-F. Parona : Le rudiste e le camacee di S. Polo Matese raccolte da F. Bassani, p. 197-215, 3 pl.

— — Atti. XXXVI, 1-5, 1901.

3 : Sacco : Osservazioni geologiche comparative sui Pirenei, p. 203-221.

Russie. — *Saint-Pétersbourg*. Comité Géol. Bulletin, XIX, 1-6, 1900.

1 : S. Nikitin : Deux sondages profonds et les anomalies du magnétisme terrestre dans le gouv. de Koursk, p. 1-27. — B. Rehbinder : La faune crétacique de la steppe d'Astrakhan, p. 27-31. — F. de Montessus de Ballore : Les régions balkaniques et l'Anatolie séismique, p. 31-53, 1 carte. — 2 : A. Borissiak : Recherches géologiques dans les districts d'Isioum et de Pavlograd, p. 55-67. — N. Yakowlew : Note sur le Paléozoïque supérieur du bassin du Donetz et de la presqu'île de Somara, p. 67-71. — A. Derjavin : Recherches géologiques dans le district de Maloarkhangelsk, gouv. d'Orel, p. 71-85. — 3 : Compte-rendu des travaux du Comité géologique en 1899, p. 87-160, 1 carte. — 4 : P. Krotow : Recherches géologiques dans la partie S.-W. de la feuille 108 de la carte de la Russie d'Europe, p. 161-200. — 5-6 : S. Nikitin : La vallée de la Soura aux environs de la ville de Penza, ses modifications séculaires et récentes, p. 201-289, 1 carte.

— Travaux de la section géol. du cabinet de Sa Majesté. III, 2, 1901.

B. Polénoff : Description géologique de la partie N.-W. de la 15e feuille de la VIIIe zone de la carte générale du gouvernement de Tomsk (Feuilles Borissovo et Béresovka), p. 134-340.

— Comité Géol. Mém. XIII, 3, 1900.

N. Wyssotzky : Les mines d'or du district de Kotchkar dans l'Oural du midi, p. 1-211, 3 cartes.

Tiflis. Museum Caucasicum. III, 1901, p. 1-320, 6 pl., 1 carte.

Varsovie. Pamietnik Fizyograficzny (Mémoires physiographiques). I-XVI, 1881-1900.

Séance du 18 Novembre 1901

1° Non périodiques

Branner (*J.-C.*). The Zinc and Lead-ore deposits of Nor Arkansas. Ext. American Institute of Mining Engineers, Mexican Mecti 8°. 32 p., 1 phot. et fig. dans le texte, nov. 1901.

Botti (*U.*). Sui molari di Elefante. Ext. B. S. Geol. italiana, vol. 1 (1901), fasc. III, 8°, 9 p. Rome, 1901.

Congrès nat. des Sociétés françaises de Géographie (XXIe sessi à Paris, 1900). CR. publié par la Soc. de Géog. (de Paris). 8°, 284 fig. dans le texte. Paris, 1901.

Dollfus (*G.-F.*). Structure du Bassin de Paris. Ext. CR. A. F. A. (Congrès de Paris, 1900), 8°, p. 546-548.

— Des derniers mouvements du sol dans les Bassins de la Sei et de la Loire. Ext. C. G. I. (VIIIe session, 1900), 8°, 17 p., 1 carte 1/2.000.000; fig. dans le texte.

Douxami (*H.*). Etude sur la vallée du Rhône aux environs Bellegarde. Ext. Bull. C. G. F. (n° 81, juin 1901), tome XII, 1900-1901, 8°, 22 Paris, 1901.

Harmer (*F.-W.*). Influence of Winds upon climate during t Pleistocene epoch. Ext. Quart. Journ. Geol. Soc., vol. LVII, 1901, 8°, p. 4 476; fig. dans le texte. Londres, 1901.

Laville (*A.*). Couches infra-néolithiques et néolithiques stratifié dans la vallée de la Seine. Ext. Bul. et Mém. Soc. d'Anthropologie Paris, 1901, 8°, p. 207-215; fig. dans le texte.

— Sépulture mérovingienne à incinération, de Draveil (S.-et-O Ext. Id., p. 254-259; fig. dans le texte.

— Coupe de la carrière de Saint-Prest; silex taillés. Ext. I p. 285-291; fig. dans le texte.

Neuber (*August*). Wissenschaftliche Charakteristik und Tern nologie der Bodengestalten der Erdoberfläche. 8°, 1 vol. de 647 Vienne et Leipzig, 1901.

Peron. Observations au sujet d'une roche dont l'exploitation e en projet dans la Puisaye. Ext. B. S. Sc. nat. de l'Yonne, 1901, 8°, 7 p.

Pittman (*Ed.-F.*). The Mineral Resources of New-South-Wal 8°, 487 p., 1 carte; nombr. phot. Sydney (N.-S.-W.), 1900.

Tychonis Brahe: Dani die XXIV Octobris A. D. MDCI defun Operum primitias « De Nova Stella » summi Civis memor de edidit Regia Societas Scientiarum Danica. Til Danske loevere. Not

en danois, de 30 p. (Portrait et autographe de *Tycho Brahé*). In-4° carré. — (Ouvrage publié à l'occasion du 3e centenaire de la mort de l'auteur). Copenhague, 1901.

Schube (*Theodor*). Beiträge zur Kenntniss der Verbreitung der Gefäss-Pflanzen in Schlesien. Festgruss dem XIII. Deutschen Geographentage dargebracht von der Schlesischen Ges. für vaterländische Kultur. 8°, 36 p., 2 cartes. Breslau, 1901.

2° Périodiques

France. — *Charlieu*. Bull. Soc. Sc. Nat. de Tarare. VI, 9, 1901.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. XIV, 165-166, 1901.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXIII, 18-20, 1901.

— A. F. A. S. XXIX, 1900 (1901).

E. Pellat : Note sur le calcaire à Orbitolines d'Orgon, p. 518-519. — M. Cossmann : Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France : La faunule d'Orgon, p. 519-532, 2 pl. — St. Meunier : Recherches stratigraphiques et expérimentales sur la sédimentation souterraine, p. 532-542. — F. Regnault et L. Jammes : Étude sur les puits fossilifères des grottes. Puits de Peyreignes (Hautes-Pyrénées), p. 542-545. — G. Dollfus : Structure du bassin de Paris, p. 546-548. — F. Kerforne : Classification des assises gothlandiennes du massif armoricain, p. 549-553. — A. Guebhard et L. Laurent : Sur quelques gisements nouveaux de végétaux tertiaires dans le S.-E. de la Provence, p. 554-579. — A. Guebhard : Les problèmes tectoniques de la commune d'Escragnolles, p. 580-594, 1 carte. — L. Gentil : Résumé stratigraphique sur le bassin de la Tafna, p. 594-608.

— C.-R. du Congrès des Soc. sav. de Paris et des départements tenu à Nancy en 1901.

F. Villain : Conférence sur les Minerais de fer du département de Meurthe-et-Moselle, p. 81-94. — N. E. Sauvage : Le genre Pelorosaure, p. 157-159. — A. Lacroix : Sur l'application de la méthode expérimentale à l'étude des roches éruptives, p. 159-162. — A. Bresson : Études des éléments tectoniques du massif ancien des Hautes-Corbières, p. 162-175. — St. Meunier : Sur les causes de la disparition des anciens glaciers des Vosges, p. 176-184.

— Feuille Jeunes Naturalistes. (4), XXXII, 373, 1901.

— Le Naturaliste. 352, 1901.

St. Meunier : Observations et expériences sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique, p. 245-246.

— Ann. des Mines. (9). XX, 7, 1901.

Gascuel : Les gisements diamantifères de la région S.-E. de l'île de Bornéo, p. 5-23, 1 pl.

— Club alpin Fr. Bull. mensuel, 8-10, 1901.

— La Nature. 1484-86, 1901.

— Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année 1898 (1901). 10 feuilles.

— Journal des Savants. Octobre 1901.

— Service de la Carte géol. de la Fr. et des topographies s terraines. Bull. XII, 81, 1901.

H. Douxami : Étude sur la vallée du Rhône aux environs de Bellega p. 1-22. — XII, 82, 1901 : Ph. Glangeaud : Monographie du volcan de Gr noire, près de Clermont-Ferrand, p. 1-39, 2 pl.

— Soc. Botanique de Fr. Bull. (4), I, 5-6, 1901.

Saint-Étienne. Soc. de l'Ind. Min. (CR. mens.). Sept.-oct. 19

Allemagne. — *Berlin.* Zeitsch. f. Praktische Geol. IX, 11, 19

G. Müller : Zur Kenntniss der Dyas- und Triasablagerungen im Ruhrkoh revier, p. 385-387. — F. Rinne : Kupferreiche Sande im Malagnitgebiet Paracale, Luzon, p. 387-319. — H. Thumann : Der Gothan'sche « Stratamete Apparat zur Ermittellung des Streichens und Einfallens der Gebirgsschich in Bohrlöchern und die Abweichung der letzteren von der Lothlinie, p. 389-

— Zeitsch. D. Geol. Ges. LIII, 3, 1901.

M. Blanckenhorn : Neues zur Geol. und Pal. Aegyptens, IV. Das Plio und Quartärzeitalter in Aegypten ausschliesslich des Rothen Meergebie p. 307-502, 2 pl. — H. Hamm. : Ueber Gerölle von Geschiebelehm in diluvia Sanden, p. 503-512.

— K. Preussische Geol. Landesanstalt Abh. 34, 1901.

A. Denckmann : Der geologische Bau des Kellerwaldes, p. 1-88, 3 car

Francfort. Bericht Senkenberg. Naturforsch. Gesell. 1901.

W. Wolterstorff : Ueber ein Exemplar von Kana Meriani v. Meyer Senckenbergischen Museum, p. 39-44, 1 pl. — E. Naumann : Geologisc Arbeiten in Japan, in der Türkei und in Mexico, p. 79-91. — G. Bredd Wanzen aus den untermiocänen Brannkohlen von Salzhausen, p. 111-118

Gotha. Petermanns Mitt. XLVII, 10, 1901.

F. Ratzel : Die Kant-Laplacesche Hypothese und die Geographie, p. 217-

Stuttgard. Centralblatt für Min. Geol. Pal. 20-21, 1901.

20 : E. Küppers : Absonderungsercheinungen aus dem Melaphyr Darmstadt, p. 609-611. — W. Lamansky : Neue Beiträge zur Vegleichung Ost-Baltischen und Skandinavische Unter-Silurs, p. 611-618. — 21 : F. I werth : Ueber die Structur des chondistischen Meteorsteine, p. 641-647 A. Wichmann : Ueber einige Gesteine von der Humboldt-Bai (Neu-Guin p. 647-653. — C. Diener : Zur Frage des Alters der Otoceras beds im Himal p. 655-657. — E. Böse : Zur Abwehr. p. 657-662. — E. Richter : Der Staub vom 11. März und die Glechterforschung, p. 662-664.

Australie. — *Sydney.* R. Soc. of New S. Wales Journ. Proc. XXXIV, 1900.

R.-T. Baker : Note on a new Meteorite from New South Wales, p. 118-120,

États-Unis. — *Cambridge.* Mem. of Museum of Comparat Zool. at Harvard College. XXV, 1, 1901.

F. Springer : Uintacrinus : its structure and relations, p. 1-89, 8 pl.

Little Rock. Ann. Rep. of G. S. of Arkansas. V, 1900.

J.-C. Branner : The zinc and lead region of North Arkansas, p. 1-375, 38 pl. et atlas de 6 cartes.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXVIII, 2-3, 1901.

2 : George Mercer Dawson, p. 67-87 (Portrait). — G. Burbant Shattuck : The pleistocene problem of the North Atlantic coastalplain, p. 87-107. — 3 : A. Gray Leonard : The basic rocks of Northeastern Maryland ond their relation to the granite, p. 135-177, 5 pl. — A.-W. Grabau : A preliminary geologic section in Alpena and Persqu'Isle Counties, Michigan, p. 177-187, 1 pl.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), XII, 71, 1901.

F.-S. Nason : Geological relations and the age of the St Joseph and Potosi Limestones of St. François County, p. 358-362. — C.-E. Beecher : Cambrian fossils of St. François County, Missouri, p. 362-364. — C.-E. Beecher : Discovery of Eurypterid remains in the Cambrian of Missouri, p. 364-367, 1 pl. — J.-L. Wortman : Studies of Eocene Mammalia in the Marsh collection, p. 377-383. — G.-I. Adams : Carboniferous and Permian age of the Red Beds of eastern Oklahoma from stratigraphic evidence, p. 383-386.

New-York. Science. XIV, 356-358, 1901.

357 : A. F. O. : Fossil reptiles of Europe, p. 699-700.

Philadelphie. Proc. of the Am. philos. Soc. XL, 166, 1901.

Grande-Bretagne. — *Liverpool*. Geol. Soc. Proc. IX, 1, 1901.

W.-A. Herdman : The geological succession and the origine of Man, p. 1-25. — G.-H. Morton : The carboniferous limestone of Anglesey, p. 25-68, 2 pl. — H.-C. Beasley : Some recent exposures of Keuper marls, at Oxton, Birkenhead, p. 68-75, 3 pl. — J. Lomas : On the occurence of Estheria and Plant remains in the Keuper marl at Oxton, Birkenhead, p. 75-81, 1 pl. — H.-C. Beasley : Notes on the type specimen of Cheirotherium herculis, p. 81-82, 1 pl. — G. Gollaway : A sketch of the archaean geology of Anglesey, p. 82-94. — J. Lomas : Some pre-glacial Sand surfaces at Prenton, p. 94-101. — T.-M. Reade et P. Holland : The Green Slates of the Lake district with a theory of Slate structure and Slaty cleavage, p. 101-127, 2 pl.

Londres. The Geol. Magazine. (4), VIII, 11, 1901.

A. Smith Woodward : On the Bone-beds of Pikermi, Attica, and similar deposits in Eubaea, p. 481-486. — H. Woodward : Crustacea collected by Miss C. Birley and Miss. L. Copland from the Cretaceons of Faxe, Denmark, p. 486-502, 1 pl. — W.-J. Sollas : Rate of increase of underground temperature, p. 502-504. — J. Joly : Circulation of salt and geological times, p. 504-506. — A. Harker : The sequence of tertiary igneous rocks of Skye, p. 506-509. — Hugh Exton : Geological notes around Ladysmith, Natal, 1, Igneous rocks, p. 509-510. — H.-W. Monckton : Origin of the gravel-flats of Surrey and Berkshire, p. 510-513. — P.-F. Kennall et H.-B. Muff : Ancient glacier-dammed Slakes in the Cheviots, p. 513-515. — J. Noson : Volcanic rocks of Forkill, C° Armagh, p. 515-516.

— R. Soc. Proc. LXIX, 451, 1901.

— Phil. Trans. of R. Soc. CXCIII, 1900 ; CXCVI, 1901.

CXCIII : Forsyth Major : Extinct mammalia from Madagascar : Megal dapis insignis, p. 47-51, 1 pl. — CXCV, 1901 : F. Dawson et J.-T. Nicolson : A experimental investigation into the flow of the marble, p. 363-403, 3 pl.

Italie. — *Florence.* Boll. delle Publicazioni It. 10, 1901.

Rome. — Atti. R. Ac. dei Lincei. X, 8, 1901.

Mexique. — *Mexico.* Mém. y Rev. Soc. Cientifica Antoni Alzate. XIII, 1-2, 1899 (1901) ; XV, 7-10, 1900-1901 (1901).

Suisse. — *Bâle.* Verhandl. Natur. Gesells. XIII, 2, 1901.

A. Gutzwiller : Zur Alterfrage des Löss, p. 271-287. — Table des vol. VI-X (1875-1900).

Genève. Arch. Sc. phys. et nat. (4), XII, 10, 1901.

H. Schardt et Ch. Sarazin : Les progrès de la géologie en Suisse pendar l'année 1900, p. 347-385.

Lausanne. Eclogae Geol. Helvetiae. V, 7, 1898 ; VI, 1-6 (1899-1900)

V, 7 : Gremaud : Les pierres perforées, p. 504-507. — Richter : Eiszeitforchun in den Alpen, p. 507-511. — Schardt : Recurrenzphase der Juragletscher, p. 511 514. — Rollier : Roches d'Albien à Neuchâtel, p. 514-522. — Rollier : Où es l'erreur ? p. 522-524. — Rollier : Surfaces polies par dislocation, p. 524-525. - Baumberger : Unteres Urgonien von Neuenburg, p. 525-531. — VI, 1 : Tobler Klippen am Vierwaldstätersee, p. 7-15. — Renevier : Étude géologique d tunnel du Simplon, p. 31-35. — Renevier : Classific. stratig. internationale p. 35-47. — Früh : Löss im Schweitzer Rhônethal, p. 47-60. — 2 : de Tribolet Premières études géol. à Neuchâtel, p. 111-113. — Compte-rendu de la Réunio de Neuchâtel, p. 113-254. — Lorenz : Grenzgebiet alpinen Facies, p. 155-157. - Wehrli : Querprofile durch die Anden, p. 157-159. — Baumberger : Neocor Ammoniten des Schweizerjura, p. 159-161. — Baltzer : Besondere Form erra tischen Ablagerungen, p. 161-162. — Forel : Perraudin, précurseur glaciairiste p. 169-176. — Buxtorf : Verwerfungen in Tafel-Jura, p. 176-178. — 3 : Schardt Revue géologique suisse pour 1898, p. 181-292. — M. Mühlberg : Brauner-Jur de N. Schweiz, p. 293-327. — M. Mühlberg : Ueber Oolithe, p. 327-331. — Strübin Sowerbyi-Sch. im Basler Jura, p. 332-343, 2 pl. — Rollier et de Tribolet Oxfordien pyriteux de Neuchâtel, 343-348. — Blumer : Geolog. Beobactunge am Glärnisch, p. 348-351. — Renevier et Schardt : Notice explicative de l Feuille XI, p. 351-369. — Renevier : Tranchée glaciaire de Bel-Air, p. 369-371 — Gutzwiller : Aeltere diluviale Schotter v. St. Gallen, p. 371-378. — Baltzer Diluvialer Rhonegletscher, p. 378-392. — 5 : Schardt et Sarasin : Revue géolo gique de 1899, p. 393-452. — 6 : Baltzer : Internat. Geologenkongress im Paris p. 453-459. — C.-R. de la réunion de Thusis, p. 459 469. — Heim : Erze vo Avers und Oberhalbstein, p. 491-493. — Viola : Symétries nouvelles de cristaux, p. 493-496. — Lugeon : Anciens glaciers de l'Aar, p. 496-497. - Lugeon : Hautes-Alpes entre Sanetsch et Kanders, p. 497-501. — Pearce e Fornaro : Brookite du Bristenstock, p. 501-504. — Forel : Variations de glaciers, p. 504-505. — Forel : Éboulement du glacier du Rhône, p. 505-506 — M. Mühlberg : Nord-Schweiz. Brauner Jura, p. 506-507. — Lugeon : Tra duction française de l'Antlitz, p. 507-509.

Uruguay. — *Montevideo.* Ann. del Museo Nacional. III, 1901

Séance du 2 Décembre 1901

1° Non périodiques

Agamennone (*G.*). Del Progresso del Pendolo orizzontale a registrazione meccanica in Sismometrica. Ext. B. S. Sismologica Italiana, vol. VII, 8°, 12 p. Modène (Italie), 1901.

Authelin (*Ch.*). Notes stratigraphiques sur l'Est du Bassin de Paris. — I. Sur le Toarcien de la région comprise entre Sion (Meurthe-et-Moselle) et Bourmont (Haute-Marne); II. Note préliminaire sur la zone à *Harpoceras concavum* dans le Nord de la Lorraine. 8°, 13 p. Nancy, 1901.

Blanford (*W.-T.*). The distribution of Vertebrate Animals in India, Ceylon and Burma. Ext. Philosophical Trans. R. Soc. of London, ser. B, vol. 194, (4°), p. 335-436, avec une carte. Londres, 1901.

Hanks (*Henry G.*). The Deep Lying Auriferous Gravels and Table Mountains of California. 8°, 15 p., 6 pl. photol. San-Francisco (Californie), 1901.

Merrill (*G.-P.*). On Stony Meteorite, which fell near Felix, Perry County, Alabama, mai 15th 1900. Ext. Proc. U. S. Nat. Museum, vol XXIV, 8°, p. 193-198, n° 1249. Washington, 1901.

Negris (*Ph.*). Plissements et dislocations de l'écorce terrestre en Grèce. Leurs rapports avec les phénomènes glaciaires et les effondrements dans l'Océan Atlantique. 8°, 209 p., 1 pl. et 1 carte. Athènes, 1901.

Nicklès (*R.*). Contributions à l'étude des Terrains Secondaires au sud des Cévennes. Trias et Jurassique de la Montagne-Noire. Ext. B. S. G. F., (3), XXVII (1899), 8°, p. 715-787, fig. dans le texte. Paris, 1901.

Picard (*Th.*). « La Camargue ». Etude stratigraphique de la région du Bas-Rhône. 8°, 79 p., 1 pl. et 1 carte. Nimes, 1901.

Schardt (*H.*). Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes. Ext. B. S. neuchâteloise des Sc. nat., t. XXVIII, 8°, p. 181-205 (1899-1900). Neuchâtel (Suisse), 1900.

— et *Dubois* (*Aug.*). Le Crétacique moyen du synclinal de Val-de-Travers, Rochefort. Ext. Id. id., p. 129-157.

2° Périodiques

France. — *Moulins*. Rev. Sc. du Bourbonnais. XIV, 167, 1901.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXIII, 21-22, 1901.

21 : P. Termier : Sur les micaschistes, les gneiss, les amphibolites et les roches vertes des schistes lustrés des Alpes occidentales, p. 841-844. — 22 : P. Termier : Nouvelles observations géologiques sur la chaîne de Belledonne, p. 897-900.

— Feuille des Jeunes Naturalistes. (4), XXXII, 1901.

— Ann. de Géographie. X, 54, 1901.

M. Lugeon : Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales, p. 401-428, 2 pl. - P. Privat-Deschanel : Le relief du Beaujolais, p. 429-438.

— Le Naturaliste. 353, 1901.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. (5), II, 3, 1901.

A. Laville : Couches infra-néolithiques et néolithiques stratifiées dans la vallée de la Seine, p. 206-214. — A. Laville : Coupe de la carrière de St-Prest, silex taillés, p. 285-291.

— La Géographie. IV, 11, 1901.

W.-M. Davis : Les enseignements du Grand Canyon du Colorado, p. 339-352.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 11, 1901.

— La Nature. 1487-1488, 1901.

Allemagne. — *Berlin.* Centralblatt für Min. Geol. Pal. 17-22, 1901.

17 : C. Diener : Ueber das Alter der Otoceras beds des Himalaya, p. 513-516. — J. Murray et E. Philippi : Die Grundproben der Valdivia-Expedition, p. 525-527. — 22 : M. Weber : Beiträge zur Kenntniss des Monzonigebietes, p. 673-679. — E. Wüst : Ueber Elephas Trogontherii Pohl in Schlesien, p. 683-686.

Gotha. Petermanns Mitt. Ergänzungsheft, n° 136, 1901.

W. Halbfass : Beiträge zur Kenntniss der Pommerschen Seen, p. 1-131, 6 pl.

Stuttgart. N. Jarhb. für Min. Geol. Pal. II, 3, 1901.

C. Diener : Mittheilungen über einige Cephalopodensuiten aus der Trias der Südalpen, p. 23-37, 1 pl. — C. Doelter : Die Dichte des flüssigen und des festen Magmas, p. 141-158. — F. v. Huene : Vorlaufiger Bericht über die triassischen Dinosaurier des europäischen Continents, p. 89-105, 2 pl. — A. Johnsen : Natronsyenite und verwandte Gesteine von Miask, p. 117-128. — E. Koken : Die Schliffflächen und das geologische Problem im Ries, p. 67-89 et 128, 1 pl. — J. F. Pompeckj : Ueber Tmaegoceras Hyatt, p. 158-170.

Autriche-Hongrie. — *Vienne.* Sitzungsber. K. Ak. der Wiss. CIX, 7-10, 1900.

7 : Th. Fuchs : Ueber die bathymetrischen Verhältnisse der sogenannten Eggenburger und Gauderndorfer Schichten des Wiener Tertiär Beckens, p. 478-490. — F. Schaffer : Geologische Studien im südöstlichen Kleinasien, p. 490-498. — E. Mozelle : Mittheilungen der Erdbeben-Commission der k. Akad. der Wiss. XIX. Die tägliche periodische Schwankung des Erdbodens nach den Aufzeichnungen eines dreifachen Horizontalpendels zu Triest, p. 527-651, 2 pl. — 8-10 : J. Knett : Mittheilungen der Erdbeben-Commission. XX. Ueber die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen, p. 700-735. XXI. Bericht über das Detonationsphänomen in Duppaner Gebirge am 14. August 1899, p. 735-769, 6 pl. — R. Hoernes : Die vorpontische Erosion, p. 811-850. — Th. Fuchs : Beiträge zur Kenntniss der Tertiärbildungen von Eggenburg, p. 859-924.

États-Unis. — *Hamilton*. Journ. and Proc. of the Sc. Association. XVII, 1901.

C.-C. Grant : Opening adress (geol. section), p. 62-74. — C.-C. Grant : Notes on a few fossils, p. 74-78. — C.-C. Grant : Niagara Falls as an index of time, p. 78-84. — C.-C. Grant : Geological notes, p. 84-97.

New-York. Science. XIV, 359-360, 1901.

359 : R. Van Hise : The geology of ore deposits, p. 745-757. — 360 : id , p. 785-794. — H.-B. Patton : Geology and geography (at the Am. Ass. for the adv. of Sc.), p. 794-800.

Grande-Bretagne. — *Dublin*. Proc. R. Irish Ac. (3), VI, 3, 1901.

Londres. R. Soc. Proc. LXIX, 452, 1901.

— Quaterly Journ. Geol. Soc. LVII, 4, (228), 1901.

J.-W. Spencer : On the geological and physical development of Antigua, p. 490-506, 1 pl. — of Guadeloupe, p. 506-520. — of Anquilla, St. Martin, St. Bartholomew, and Sombrero, p. 520-534. — of the Christopher Chain and Saba Banks, p. 534-544.

— Proc. Geol. Association. XVII, 4, 1901.

A. Rowe : An additional Note an the Withe Chalk of the western Cliffs of Dover, p. 190. — T.-G. Bonney : The volcanic region of Auvergne, p. 191-212.

Hollande. — *La Haye*. Arch. Néerlandaises des Sc. exactes et Nat. (2), VI, 1901.

Italie. — *Florence*. Boll. delle Pubblicazioni It. 11, 1901.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. X, 9, 1901.

Japon. — *Tokio*. The Journ. of the College of Sc. XIII, 4 ; XV, 3, 1901.

Russie. — *Saint-Pétersbourg*. Bull. Ac. I. Sc. 3, 1900 (1901).

— Verh. der Russischen K. Mineralog. Ges. (2), XXXVIII, 2, 1900.

S. Kwitka : Ueber einige Fossilien von Sasay und Massasyr auf der Halbinsel Apscheron, p. 359-387. — E. Fedorow : Classification naturelle et symbolisation des compositions chimiques des roches éruptives, p. 395-447 — P. Samiatekinsky : Ueber die Genesis der Eisenerze auf dem Ural, p 447-485.

Suède. — *Upsala*. Bull. Geol. Instit. V, 1, 1900 (1901).

O. Nordenskjöld : Ueber die Kontaktverhältnisse zwischen den archaeischen Porphyren (Hälleflinten) und Graniten im nordöstlichen Småland, p. 1-28, 1 carte. — K. Ahlenius : Beiträge zur Kenntnis der Seenkettenregion in Schwedisch-Lappland, p. 28-81, 2 pl. — A.-G. Högbom : Eine meteorstatistische Studie, p. 132-145, 1 pl.

Suisse. — *Coire*. Jahresbericht Naturforsch. Ges. XLIV (1900-1901) 1901.

Ch. Tarnuzzer : Glacialreste von Chur and Filisur, p. 87-95. — Ch. Tarnuzzer : Ein diluvialer Bergsturz der Bündnerschieferzone auf der Flimserbreccie von Valendas, p. 95-107.

Genève. Arch. Sc. phys. et nat. (4). XII, 1901.

Ch. Sarasin : Les formations infracrétaciques de la chaîne Pléiades-C bettes-Niremont, p. 437-457. — H. Schardt et Ch. Sarasin : Les progrès de géologie en Suisse pendant l'année 1900, p. 457-478.

Lausanne. Eclogæ Geol. Helvetiæ. VII, 1, 1901.

H. Schardt et Ch. Sarrasin : Revue géologique suisse pour 1900, p. 1-99.

Zurich. Naturforsch Ges. Vierteljahressch. XLVI, 1-2. 1901.

C. Mayer-Eymar : Interessante neue Gastropoden aus dem Unterterti Ægyptens, p. 22-35, 2 pl. — E. Künzli : Die petrographische Ausbeute d Schöller'schen Expedition in Aequatorial-Ostafrica (Massailand), p. 128-17

Séance du 16 Décembre 1901

1° Non périodiques

Abafi (Aigner Lajos). A Lepkészet Története magyarországo 8°, 202 p. Budapest, 1898.

Bel (J.-M.). En Indo-Chine. [*Conférence à la Société de Géograph commerciale de Paris; allocution de* M. Doumer, *Gouverneur général* l'*Indo-Chine*]. 8°, 22 p. (séance du 18 juin 1901, n° 6-9). Paris, 1901.

Dollfus (G.-F.) et *Dautzenberg (Ph.).* Nouvelle liste des Pél cypodes et des Brachiopodes du Miocène moyen du N.-O. de l France. Ext. Journ. de Conchyliologie, vol. XLIX (1901), 8°, 52 p. Paris, 190

Héjas (Andreas). Die Gewitter in Ungarn nach den Beobacl tungen von den Jahren 1871-1895 (*Texte allemand et texte hongrois* 8°, 172 p. + XXIII diagrammes, etc. Budapest, 1898.

Kurlander (Ignatz). Erdmagnetische Messungen in den Lander der Ungarischen Krone in den Jahren 1892-1894. 4°, 68 p., 3 carte Budapest, 1896.

Primics (György). A Csetráshegység Geologiája és Ercztelére 4°, 122 p., 1 carte. Budapest, 1896.

Rigaux (E.). Note sur les sondages effectués à Boulogne-sur-M et aux environs. Ext. B. S. Acad. de Boulogne-sur-Mer, t. VI, 8°, 10 Boulogne-sur-Mer, 1901.

Róna (Zsigmond). A Légnyomás a Magyar Birodalomban 186 tól 1890-ig. 8°, 204 p. Budapest, 1897.

Simony (Oskar). Photographische Aufnahmen auf den Can rischen Inseln. Ext. Ann. Natur. Hofmuseums, Bd. XVI, Hf. I, 8°, 6 Vienne (Autriche), 1901.

Szádeczky (Gyula). A Zempléni Szigethegység Geologiai Kőzettani Tekintetben. 4°, 63 p., 1 pl. Budapest, 1897.

2° PÉRIODIQUES

France. — *Auxerre.* Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. de l'Yonne. LIV, 1900 (1901).

Parat : Les grottes de la Cure, p. 45-75, 3 pl. — Peron : Observations au sujet d'une roche dont l'exploitation est en projet dans la Puisaye, p. 75-81.

Paris. Ac. Sc. CR. CXXXIII, 23-24, 1901.

23 : E. Fournier : Les phénomènes de capture des cours d'eau superficiels par les cours d'eau souterrains, dans les régions calcaires, p. 961-964. — P. Termier : Sur les trois séries cristallophylliennes des Alpes occidentales, p. 964-966. — St. Meunier : Complément expérimental à l'histoire des galets striés, p. 966-968. — 24 : A. Lacroix : Conclusions à tirer de l'étude de la série des enclaves homœogènes d'une roche volcanique. La série des enclaves homœogènes des andésites à haüyne du Mont-Dore, p. 1033-1036.

— Le Naturaliste. XXIII, 354, 1901.

P.-H. Fritel : Echinodermes fossiles : Les Crinoïdes, p. 269-272. — Bougon : Ce que peut un faible cours d'eau, p. 278.

— Journal des Savants. Novembre 1901.

— Soc. Botanique de Fr. Bull. (3), VI, 1899 (1901).

Saint-Etienne. Bull. Soc. Ind. Minérale. (3), XV, 4, 1901.

— Société de l'Industrie Minér. (CR. mensuels). Nov.-Déc. 1901.

Allemagne. — *Berlin.* Ges. für Erdk. Verh. XXVIII, 8, 9. 1901.

— Zeitsch. d. Ges. für Erdk. XXXVI, 4, 1901.

Gotha. Petermanns Mitt. XLVII, 11, 1901.

K. Vogelsang : Reisen im nördlichen und mittleren China, p. 241-250, 1 carte géol.

Stuttgard. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. XIV, 3, Beilage-Bd, 1901.

G. Gürich : Jura- und Devon-Fossilien von White Cliffs, Australien, p. 484-519. 2 pl. — G. Gürich : Ueber eine neue Lichas-Art aus dem Devon von New-Süd-Wales und über die Gattung Lichas überhaupt, p. 519-540, 2 pl. — O. Jaekel : Ueber jurassische Zähne und Eier von Chimäriden, p. 540-564, 4 pl. — A. Johnsen : Petrographische Untersuchung der Harzer Porphyroide, p. 1-43. — E. Koken : Beiträge zur Kenntniss des schwäbischen Diluviums, p. 120-171, 4 pl. — J. Königsberg : Die Minerallagerstätten im Biotit-protogin des Aarmassivs, p. 43-120. — F. Noetling : Beiträge zur Geologie der Salt Range, insbesondere der permischen und triassischen Ablagerungen, p. 369-472. — J.-F. Pompeckj : Ueber Aucellen und Aucellen ähnliche Formen, p. 319-369, 3 pl. — G. Steinmann : Beiträge zur Geol. und Pal. von Südamerika. IX. A. Borchert : Die Molluskenfauna und das Alter der Paraná-Stufe, p. 171-246, 5 pl.

— Centralblatt für Min. Geol. Pal. 23, 1901.

B. Doss : J.-J. Ferber, del älteste Vertreter der Driftheorie, p. 705-708. — F. Lœwinson-Lessing : Eine Voraussetzung über den Isomorphismus der Kalknatron-feldspäthe, p. 708-709. — F. Rinne : Kalkuranit und seine Entwäs-

serungsprodukte (Metakalkuranite), p. 709-713. — A.-E. Ortmann : Ueber Decapoden-Gattungen Linuparus und Podocrates, p. 713-715. — F. v. Huc Notizen aus dem Woodwardian Museum in Cambridge, p. 715-719. — F. P ninger : Erwiderung auf E. Böse's Aufsatz : « Zur Abwehr », p. 719-724.

Autriche-Hongrie. — *Budapest.* Mathem. und Natur. Bericl aus Ungarn. XIII (1897) ; XIV, 1895-96 (1898) ; XV, 1897 (189 XVI, 1898 (1899).

XIII : A. Koch : Geologie der Fruscagora, p. 42-128. — XIV : A. Abt : Uel die Magneteisensteine oder natürlichen Magnete, p. 75-85. — E. Lörenthe Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs, p. 92-116. — XV : Lörenthey : Sepia im ungarischen Tertiär, p. 268-273. — XVI : A. Koch : l jüngeren Tertiärbildungen des siebenbürgischen Beckens, p. 59-77.

Cracovie. Rozprawy Ak. Umiejetnosci. (2), XVIII, 1901.

— Sprawozdanie Komisyi Fisyograficznej. XXXV, 1901.

États-Unis. — *Cambridge.* Museum of comparative Zool. Harvard College. XXXIX, 1, 1901.

— *New-Haven.* The Amer. Journ. of. Sc. XII, 72, 1901.

L.-F. Ward : Geology of the Little Colorado Valley, p. 401-404. — J.-L. Wo man : Studies of Eocene Mammalia in the Marsh Collection, Peabo Museum, p. 421-433, 2 pl.

New-York. Science. XIV, 361, 362, 1901.

Washington. U. S. Geol. Surv. 21th ann. report. 1899-19 (1901), Part I, VI (en 2 vol.).

Grande-Bretagne. — *Dublin.* Proc. R. Irish Ac. (3), VI, 2, 19

Italie. — *Rome.* Atti R. Ac. dei Lincei. RC. X, 10, 1901.

Russie. — *Saint-Pétersbourg.* Trav. Sect. Geol. du cabinet Sa Majesté. IV, 1901.

H. v. Peetz : Beiträge zur Kenntniss der Fauna aus den devonischen Schic ten am Rande des Steinkohlenbassins von Kusnetzk, p. 1-393, 2 cartes, 6 (résumé allemand).

Suisse. — *Lausanne.* Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. (4), XXXV 141, 1901.

M. Lugeon : Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses, p. 423-455, 9 — G. Roessinger et A. Bonard : Les blocs cristallins de la Hornfluh (Préalp bernoises), p. 471-479, 1 pl.

L'Archiviste, G. RAMOND.

Le Secrétaire pour l'Etranger, L. PERVINQUIÈRE.

UNIV. OF MICHIGAN
MAY 31 1912